

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Lucas Casé Pimenta Ribeiro

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM MARQUISES DE
CONCRETO ARMADO EM FLORIANÓPOLIS-SC

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao Departamento de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de Engenheiro
Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ivo José Padaratz

Florianópolis

2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ribeiro, Lucas Casé Pimenta

Análise de Manifestações Patológicas em Marquises de
Concreto Armado : Estudo de caso em Florianópolis-SC /
Lucas Casé Pimenta Ribeiro ; orientador, Ivo José Padaratz
- Florianópolis, SC, 2014.
102 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Marquises. 3. Manifestações
patológicas. 4. Desastres. 5. Manutenção. I. Padaratz, Ivo
José. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação
em Engenharia Civil. III. Título.

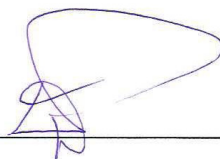
**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM MARQUISES DE
CONCRETO ARMADO EM FLORIANÓPOLIS-SC**

LUCAS CASÉ PIMENTA RIBEIRO

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, no curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Luís A. Gomez, Dr

Banca Examinadora



Prof Ivo José Padaratz, Dr.

Orientador

Prof Wellinson Santana

Banca Examinadora

Engº Paulo Junges

Banca Examinadora

FLORIANÓPOLIS

2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado todas as condições necessárias para superar os obstáculos.

Agradecimento especial aos meus pais Antônio Vitor Pimenta Ribeiro e Sonia Maria Casé Pimenta Ribeiro e meu irmão Thiago Casé Pimenta Ribeiro por terem me proporcionado educação, amor e serem exemplos de seres humanos e caráter.

À toda minha família pelo estímulo durante todo o período de graduação.

Ao Professor Ivo José Padaratz, pela orientação, paciência, dedicação e incentivo.

Aos membros da banca avaliadora, por aceitarem o convite.

À Universidade Federal de Santa Catarina por todo conhecimento proporcionado a mim durante a graduação.

A todos que de alguma forma participaram de forma positiva para a realização de mais essa etapa da minha vida.

RESUMO

Ao se falar sobre marquises, entra em pauta sua relação com a segurança pública, baseada nos desastres ocorridos nos últimos anos em território brasileiro, integrando um histórico preocupante, principalmente entre as construções de idade avançada. Esse tipo de modelo estrutural merece uma atenção diferenciada das demais, já que aflige transeuntes que constantemente passam sob esse tipo de estrutura, e é objeto de estudo do presente trabalho.

Abordou-se, ao longo da revisão bibliográfica, um breve histórico da função e origem desse tipo de estrutura em território brasileiro, assuntos pontuais no que se refere ao entendimento dos processos envolvidos durante a vida útil dessas estruturas, causas e origens dos tipos de manifestações patológicas que podem vir a se instalar nesse sistema e seus mecanismos de ocorrência, histórico de acidentes, aspectos legais, exemplos de mau uso da estrutura, variação de arranjos estruturais entre outros.

Foram realizados estudos de caso em 17 marquises no centro de Florianópolis, realizando em cada uma delas, um levantamento fotográfico visando obter sinais de manifestações patológicas e uma investigação por meio de questionários respondidos pelos inquilinos ou proprietários, quanto a sua rotina de manutenção, tipo de uso, idade, existência de projeto estrutural etc. Com posse dessas informações, foram feitas algumas análises pertinentes, no que se refere ao entendimento de como a manutenção desses elementos vem sendo feita, confrontando dados como idade, tipos de manifestações patológicas existentes e alguns casos de mal uso, como sobrecarga, que podem vir a originar problemas futuros.

Com intuito de se apresentar um panorama geral do estado da conservação das marquises do centro de Florianópolis, de como a população inserida de alguma forma nesse universo, lida com o tema. Podendo, de alguma maneira, esclarecer e alertar os usuários e autoridades, quanto à necessidade de se ater ao estado de degradação desses elementos, prevenindo futuros acidentes, e evitando que a cidade de Florianópolis frequentemente figure nos registros de tragédias dessa natureza.

Palavras-chave: Tragédias, Marquises, Conservação, Manutenção

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Av. Rio Branco no início do século XX. Padrão típico de construções de até 4 pavimentos	17
Figura 2 - Projeção vertical (planta)	21
Figura 3 - Vista lateral (corte)	22
Figura 4 - Ilustração dos esforços atuantes em uma estrutura com balanço	23
Figura 5 - Detalhe de área crítica quanto a fissuração em engaste	23
Figura 6 - Marquise diretamente engastada em viga, sem continuidade	24
Figura 7 - Marquise em laje diretamente engastada, com continuidade	25
Figura 8 - Marquise diretamente engastada, sem vigas engastadas e apoiada sobre vigas engastadas com bordas laterais apoiadas.....	25
Figura 9 - Marquise apoiada em vigas invertidas com bordas livres	25
Figura 10 - Marquise apoiada em vigas invertidas e com bordas apoiadas.....	26
Figura 11 - Marquise apoiada em vigas com seção variável.....	26
Figura 12 - Desempenho ao longo do tempo	27
Figura 13 - Evolução conceitual do projeto das estruturas de concreto	29
Figura 14 - Causas intrínsecas.....	31
Figura 15 - Causas extrínsecas.....	32
Figura 16 - Diagrama de Pourbaix (Potencial x pH)	34
Figura 17 - Tipos de corrosão atuantes em barra de aço no concreto armado.....	35
Figura 18 - Esquematização de reação de corrosão eletroquímica em barra de aço no concreto armado	35
Figura 19 - Verificação de integridade do aço dentro de viga de marquise.....	36
Figura 20 - Deslocamento de concreto devido a expansão do aço.....	37
Figura 21 - Deslocamento do concreto em marquise devido a armadura corroída.....	37
Figura 22 - Manchas branco-avermelhadas na superfície do concreto, proveniente da oxidação do aço.	38
Figura 23 - Verificação da profundidade de carbonatação em marquise	39
Figura 24 - Corrosão desencadeada por carbonatação (esquerda) e íons cloreto (píte).....	40
Figura 25 - Formação e cristalização de etringita expansiva em um poro do concreto	41

Figura 26 - Grau avançado de emboloramento em marquise do Cine Teatro Central, Juiz de Fora MG.	43
Figura 27 - Grau avançado de emboloramento em marquise.....	43
Figura 29 - Danificação da camada impermeabilizante.	48
Figura 30 - Sobrecarga devido a acúmulo de água proveniente do entupimento de drenos.....	48
Figura 31 - Sobrecarga devido a instalação de condensadores de ar condicionado sobre marquises	49
Figura 32 - Sobrecarga devido a instalação de condensadores de ar condicionado sobre marquises	49
Figura 33 - Sobrecarga devido ao uso de marquise como depósito de entulhos	50
Figura 34 - Instalação de letreiro de marketing em extremidade de marquise	50
Figura 35 - Exemplo de camadas de impermeabilização sobrepostas sobre laje de marquise	51
Figura 36 - Fissuras ocasionadas por retração plástica em laje, após a concretagem	53
Figura 37 - Fissuras ocasionadas por retração plástica em laje, após a concretagem	53
Figura 38 - Marquise apresentando sinais de infiltração.....	55
Figura 39 - Marquise apresentando sinais de infiltração.....	55
Figura 40 - Desabamento de marquise do Anfiteatro da UEL	57
Figura 41 - Armadura negativa da laje fora de posição	58
Figura 42 - Colapso parcial de marquise no Centro histórico do Recife	59
Figura 43 - Colapso parcial de marquise no Centro histórico do Recife	59
Figura 44 - Viga evidenciando armaduras corroídas e laje apresentando infiltração generalizada	60
Figura 45.....	67
Figura 46.....	68
Figura 47.....	68
Figura 48.....	69
Figura 49 - Levantamento das idades das marquises estudadas.....	70
Figura 50 - Depósito de telhas sobrecarregando estrutura de marquise em amostra n° 17	89

Figura 51 - Condensadores de ar condicionado e letreiro publicitário vinculados à marquise em amostra n° 11	90
Figura 52 - Condensadores de ar condicionado apoiados em marquise em amostra n° 13.....	90
Figura 53 - Condensadores de ar condicionado apoiados em marquise em amostra n° 07.....	90
Figura 54 - Fluxograma indicando a corrosão de armaduras como fator sinérgico ao desempenho.....	91
Figura 55 - Bordo de marquise apresentando deslocamento de concreto e armadura corroída em amostra n° 07.....	92
Figura 56 - Armadura oxidada exposta em viga de marquise da amostra n° 04.....	92
Figura 57 - Detalhe de armadura oxidada da Figura 53.....	93
Figura 58 - Armadura oxidada exposta em parte inferior dei marquise da amostra n° 14	93
Figura 59 - Detalhe de armadura oxidada da Figura 55.....	93
Figura 60 - Descascamento de pintura evidenciando presença de infiltração em amostra n° 04.....	96
Figura 61 - Descascamento de pintura evidenciando presença de infiltração no entorno de fissura em amostra n° 05	96
Figura 62 - Descascamento de pintura evidenciando presença de infiltração em amostra n° 12.....	97
Figura 63 - Marcas de infiltração ao redor de fixador de letreiro em amostra n° 16..	97
Figura 64 - Grande fissura perpendicular ao eixo longitudinal de marquise da amostra n° 05.....	98
Figura 65 - Fissura indo da borda de marquise até viga de apoio em amostra n° 04	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de agressividade ambientais	44
Tabela 2 - Relação entre classe de agressividade e qualidade do concreto.....	45
Tabela 3 - Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para armaduras de concreto armado.....	45
Tabela 4 - Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental	46
Tabela 5 - Levantamento de casos de desabamento de marquises no Brasil	57
Tabela 6 - Levantamento de desabamentos recentes de marquises no Brasil	61
Tabela 7 - Modelo de questionário	65

LISTA DE MARQUISES ESTUDADAS

Marquise 1	71
Marquise 2	72
Marquise 3	73
Marquise 4	74
Marquise 5	75
Marquise 6	76
Marquise 7	77
Marquise 8	78
Marquise 9	79
Marquise 10	80
Marquise 11	81
Marquise 12	82
Marquise 13	83
Marquise 14	84
Marquise 15	85
Marquise 16	86
Marquise 17	87

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo geral	19
2.2	Objetivos específicos	19
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1	Conceituação	21
3.2	Marquise como elemento construtivo.....	22
3.3	Arranjos estruturais	24
3.4	Durabilidade e Vida Útil de Estruturas de Concreto Armado.....	26
3.4.1	Durabilidade	26
3.4.2	Vida útil.....	28
3.5	Patologia de concreto armado	30
3.5.1	Definições.....	30
3.5.2	Manifestações patológicas em estruturas de marquises de concreto armado 32	
3.6	Tipos de manifestações patológicas	33
3.6.1	Corrosão das armaduras	33
3.6.2	Carbonatação do concreto	38
3.6.3	Ataque de cloretos.....	39
3.6.4	Ataque de sulfatos	41
3.6.5	Ações biológicas.....	42
3.6.6	Importância e determinação do cobrimento da armadura	44
3.6.7	Fissuração do concreto	46
3.6.7.1	Quanto as exigências da NBR 6118.....	46
3.6.7.2	Sobrecarga	46
3.6.8	Fissura por retração do concreto	51
3.6.9	Manifestações patológicas causadas pela ação da umidade	54

3.7	Histórico de desastres envolvendo marquises no Brasil.....	55
3.8	Legislação regulamentadora, quanto ao uso de marquises	61
4	METODOLOGIA	64
4.1	A Cidade de Florianópolis.....	64
4.2	Entrevista preliminar	65
4.3	Obtenção de projetos	66
4.4	Inspeção visual.....	66
4.5	Análise de dados	66
5	RESULTADOS GERAIS.....	66
5.1	Panorama geral de resultados obtidos	67
5.2	Idade média das edificações	69
5.3	Resultado dos questionários e identificação visual.....	70
6	RESULTADOS ESPECÍFICOS	89
6.1	Imprudência quanto à sobrecarga	89
6.2	Corrosão de armaduras.....	91
6.3	Proliferação de bolor e vegetação	94
6.4	Infiltrações	95
6.5	Fissuração	97
7	CONCLUSÃO	99
	REFERÊNCIAS	101

1 INTRODUÇÃO

No início do século passado, com o surgimento do cimento Portland e teorias de dimensionamento de concreto armado, houve um grande desenvolvimento tecnológico no âmbito estrutural, proporcionando o dimensionamento de edifícios de grande porte e um caráter de verticalização das cidades, ficando para trás a limitação estrutural que se tinha, caracterizada por paredes largas de pedra com argamassa de cal e óleo de baleia, de no máximo 5 pavimentos. (CEPD, 2008).

Figura 1 - Av. Rio Branco no início do século XX. Padrão típico de construções de até 4 pavimentos



Fonte: (CEPD, 2008).

Logo surgiu a preocupação em proteger os pedestres contra a chuva e o sol e principalmente contra o risco de queda de objetos sobre quem transitava em frente a essas edificações, além de agregar um aspecto arquitetônico harmonioso. Implantou-se então a construção de marquises na fachada frontal dessas edificações, caracterizada por ser uma laje em balanço, permitindo arranjos estruturais variáveis, mas seguindo sempre o mesmo princípio: engastadas na edificação, e se projetando sobre o logradouro público, sendo decretado pelo poder público, em 1937 no Rio de Janeiro, seguido por São Paulo e outras cidades, a obrigatoriedade da sua construção em prédios comerciais e outras edificações.

Ressalta-se a percepção de que uma construção é projetada e construída para durar certo tempo, contrariando uma ideia de “eternidade” que ainda perdura na

cabeça de muitas pessoas, já que qualquer tipo de estrutura possui vida útil e uma durabilidade que estão intimamente ligados à capacidade da mesma se conservar com qualidade ao passar dos anos e desempenhar sua função com plena funcionalidade.

Quando se entra nesse assunto, principalmente no que se diz respeito a marquises, elementos considerados críticos tanto pelo caráter repentino de ruptura quanto pelas consequências que um desastre desse tipo leva aos cidadãos, a importância de uma manutenção periódica se mostra evidente. Prova concreta disso é o aumento de litígios, nos últimos 15 anos, ocorridos com esse tipo de estruturas, vitimando inúmeras pessoas. Ainda assim, continua sendo necessário uma mudança de postura por parte dos usuários, que em sua grande maioria desconhecem a importância e as formas de manutenção mínimas necessárias a esse tipo de estruturas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Retratar um panorama representativo da situação atual das marquises de concreto armado na região central de Florianópolis através do estudo de caso das manifestações patológicas presentes em 17 delas.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o estado de conservação geral das marquises na região central de Florianópolis, obtendo informações das manifestações patológicas mais recorrentes, em um espaço amostral de 17 elementos;
- Identificar qual o nível de preocupação da população em geral, no que se refere à realização de manutenções periódicas dessas estruturas, contribuindo tanto para segurança, quanto para o incremento de suas vidas úteis;
- Coleta de dados feita por meio de questionário respondido pelo proprietário, assim como um levantamento fotográfico, registrando o quadro de manifestações patológicas existentes e seus respectivos mecanismos de ocorrência;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Conceituação

Primeiramente, caracteriza-se pontualmente o que é uma marquise, tanto de um modo geral, quanto sob a ótica normativa, seus principais aspectos, conceitos e correto funcionamento.

De um modo mais informal tem-se a seguinte definição:

Grande laje de cimento armado que se projeta, apoiada tão somente por uma das extremidades. Usada em pavilhões e anfiteatros para proteger os espectadores do sol ou da chuva e também em edifícios, logo acima do andar térreo. (Dicionário Michaelis, UOL)

Por uma ótica mais técnica, temos:

Marquises são estruturas em balanço formadas por vigas e lajes ou por apenas uma laje. Normalmente, são projetadas com a função arquitetônica de cobertura e proteção de “halls” de entrada das construções. (Bastos, 2006)

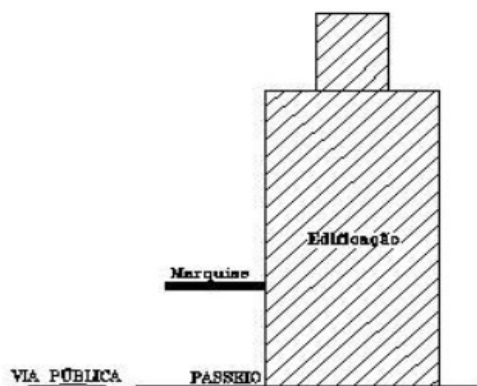
Marquise é um elemento constitutivo das fachadas das edificações, o qual apresenta determinadas peculiaridades. É parte integrante do prédio ao mesmo tempo em que se projeta sobre o logradouro público. Sua estrutura caracteriza-se, em geral, como balanços engastados no plano da fachada. (JORDY, 2002).

As figuras 2 e 3 apresentam desenhos esquemáticos de uma marquise. Uma projeção vertical e um vista lateral.

Figura 2 - Projeção vertical (planta)



Fonte: (Lorenzetti, 2012)

Figura 3 - Vista lateral (corte)

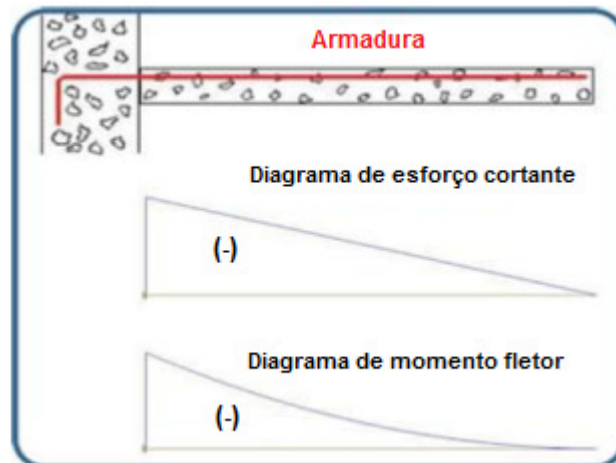
Fonte: (Lorenzetti, 2012)

3.2 Marquise como elemento construtivo

De acordo com o CEPD (2008), as marquises construídas em concreto armado têm uma característica interessante: são submetidas a esforços de flexão junto ao apoio no lado superior (momento fletor negativo), como mostra a figura 4. Torna-se necessário posicionar a armadura principal na face superior da laje, onde se tem os maiores esforços atuantes da estrutura.

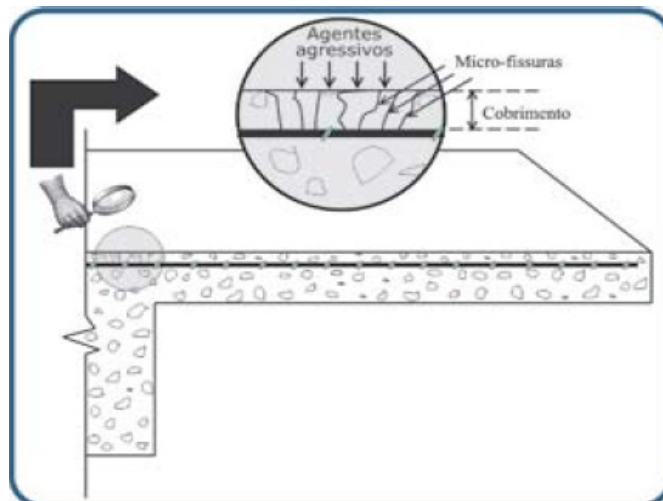
Neste local, por atuar o maior momento negativo, e consequentemente um maior esforço de tração, há uma tendência de fissuração do concreto (já que, a grosso modo, pode-se afirmar que sua resistência à tração vale em torno de 10% da de compressão), que acompanhado da alta densidade de armaduras situadas nessa face superior, área de maior acúmulo de umidade e vulnerabilidade a intempéries, torna-se uma zona crítica, com maior probabilidade de contaminação dessa armadura por agente corrosivos e água, como ilustra a figura 4. Motivo pelo qual deve-se avaliar as condições de segurança, desempenho e durabilidade dessas estruturas. (Medeiros e Grochoski, 2008)

Figura 4 - Ilustração dos esforços atuantes em uma estrutura com balanço



Fonte: (Medeiros e Grochoski, 2008)

Figura 5 - Detalhe de área crítica quanto a fissuração em engaste



Fonte: (Medeiros e Grochoski, 2008)

O concreto armado, via de regra, por ser um material com certo grau de ductilidade, suporta quadros de fissuras evidentes antes de chegar ao colapso, dando sinais visuais que viabilizam sua intervenção com certa antecedência. A marquise, sob a ótica de um leigo, dá a impressão de rupturamais repentina, sendo fundamental, em todas suas etapas construtivas (projeto e execução) e também em sua utilização, se ter cuidado redobrado, excluindo qualquer possibilidade de equívoco. (Medeiros e Grochoski 2008)

Ainda de acordo com o CEPD (2008), de um ponto de vista técnico, as marquises, diferentemente da maioria dos elementos estruturais recorrentes nas edificações atuais, é o que mais se aproxima da configuração de estrutura isostática,

uma vez que, geralmente são vigas, lajes ou ambas em balanço, engastadas no plano de fachada. O que implica em uma falta de vínculos, restrições redundantes, resultando em um elemento totalmente dependente do engaste, e caso haja qualquer falha nos apoios, a estrutura virá a ruir repentinamente.

Prova disso, alguns testemunhos de usuários de estruturas desse tipo que vieram a desabar:

A marquise nunca deu sinais de que poderia desabar. (Reinaldo Fernandes, funcionário de hotel que teve marquise vindo a desabar).

Em nenhum momento houve sinal como rachadura ou fissura. É um problema que foge à nossa percepção, nunca imaginei que uma laje dessas fosse cair. (Luís Carrera, diretor da empresa proprietária do Hotel Palace, em Salvador/BA, cuja marquise desabou em 2000).

Não havia indícios aparentes de qualquer problema estrutural no prédio. (Lygia Pupatto, Reitora da Universidade Estadual de Londrina, onde desabou a marquise do Anfiteatro (CESA) em 2006).

3.3 Arranjos estruturais

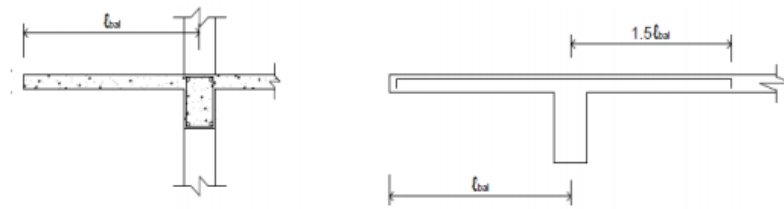
Segundo Gonçalves (2011), existem vários tipos de arranjos estruturais de marquises. O mais comum encontrado é o de laje diretamente engastada. Que pode ser dividido em 2 grupos: marquises diretamente engastadas em vigas, sem continuidade da laje para o interior da edificação, e marquises com lajes engastadas em outras, que possuem continuidade para o interior da edificação. Representadas pelas figuras 6 e 7 respectivamente.

Figura 6 - Marquise diretamente engastada em viga, sem continuidade



(Fonte: Gonçalves, 2011)

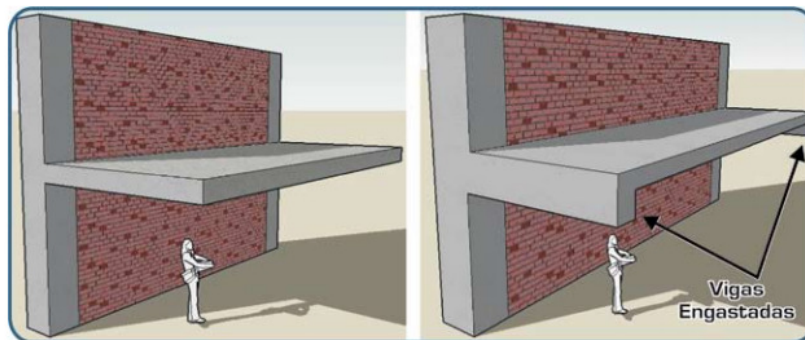
Figura 7 - Marquise em laje diretamente engastada, com continuidade



(Fonte: Gonçalves (2011))

Ainda de acordo com Gonçalves (2011), há uma ramificação dentro das apresentadas anteriormente, que é o caso das marquises apoiadas em vigas engastadas ou contínuas, conforme ilustrado na figura 8. Vigas essas que aparecem tanto no meio do vão, quanto nas bordas das marquises, posicionadas na maior parte das vezes por baixo da mesma, e às vezes com configuração invertida, exemplificado nas figuras 9 e 10. Bem como com seção variável conforme figura 11.

Figura 8 - Marquise diretamente engastada, sem vigas engastadas e apoiada sobre vigas engastadas com bordas laterais apoiadas.



(Fonte: Medeiros e Grochoski 2008)

Figura 9 - Marquise apoiada em vigas invertidas com bordas livres



(Fonte: Autor)

Figura 10 - Marquise apoiada em vigas invertidas e com bordas apoiadas



(Fonte: Gonçalves 2011)

Figura 11 - Marquise apoiada em vigas com seção variável



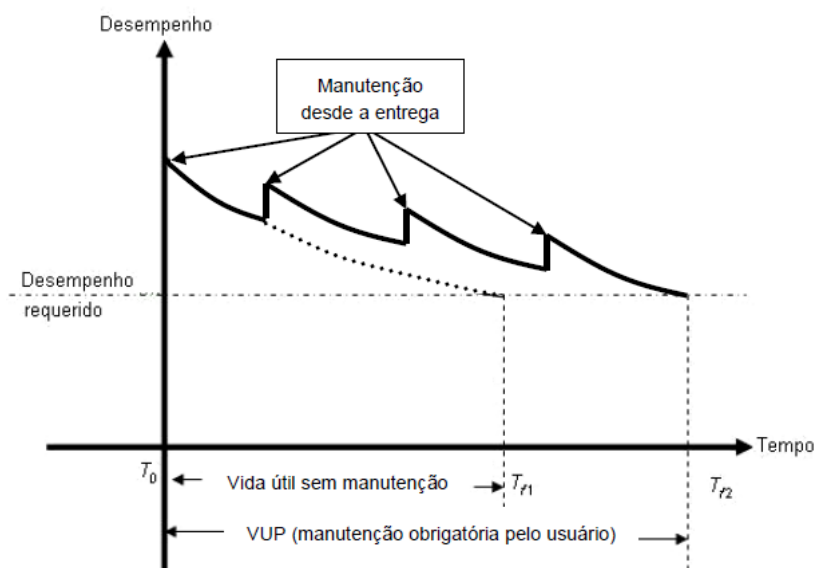
(Fonte: Gonçalves 2011)

3.4 Durabilidade e Vida Útil de Estruturas de Concreto Armado

3.4.1 Durabilidade

A durabilidade do edifício está diretamente ligada ao custo global do imóvel, já que é uma exigência do usuário. Ela termina a partir do momento em que se torna obsoleta, no que diz respeito à capacidade de se cumprir as funções para a qual foi projetada. O intervalo de tempo compreendido entre o início do uso ou de operação do sistema e o término da capacidade da mesma de atender as exigências pré-estabelecidas, se chama “vida útil”. (NBR 15575, 2013).

Figura 12 - Desempenho ao longo do tempo



Fonte: NBR 15575 (2013)

Ainda de acordo com a NBR 15575 (2013), os projetistas, construtores e incorporadores são os responsáveis pela estipulação desses valores teóricos, como Vida Útil de Projeto, baseados em atendimento às normas Brasileiras ou Internacionais, como ISO e IEC.

Na figura 12, temos um gráfico expondo o comportamento do elemento frente a uma rotina de manutenção. Percebe-se a longevidade incorporada a vida útil da estrutura ao se implementa-la.

Salienta-se, que as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de acordo com as condições ambientais previstas na época de projeto, garantindo sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço seguramente conservado durante o período correspondente a sua vida útil. (NBR 6118 - 2014).

O conceito de durabilidade é estipulado com base no conhecimento dos processos de deterioração aos quais um dado concreto estará exposto nas condições ambientais reais da estrutura durante o seu tempo de duração. ROQUE, MORENO JUNIOR (2005) apud ISAIA (2001).

Roque e Moreno Junior (2005) diz que a durabilidade, ao pé da letra, está ligada à capacidade do elemento construtivo se conservar em um certo estado, com a mesma qualidade por determinado período de tempo. Por outra ótica, é a resistência de um material ou elemento da construção à deterioração ou

degradação, havendo uma relação direta deste conceito com o de desempenho, ou comportamento da estrutura em serviço, sob condições de real funcionamento ou uso, com pleno atendimento às exigências do usuário.

3.4.2 Vida útil

Entende-se como período estimado, ao se projetar o elemento, para o qual o mesmo obedecerá aos requisitos de desempenhos definidos pela norma, levando em conta o obedecimento dos requisitos como, periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção (NBR 15575, 2013).

Por sua vez, a NBR 6118 (2014) define vida útil de projeto como o período de tempo durante o qual se mantém as características das estruturas de concreto, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.

Já Monteiro (2002), define vida útil como o período no qual a estrutura é capaz de desempenhar as funções para as quais foi projetada. Para Dos Santos (2012) apud Oliveira Andrade (2005), analisando mais especificamente ao caso em estudo, vida útil de projeto é a etapa em que os agentes agressivos ainda estão penetrando através da rede de poros do cobrimento, sem causar danos efetivos à estrutura

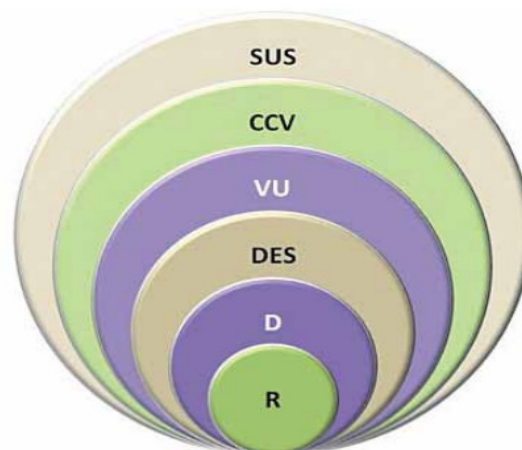
Nota-se, na literatura, uma dificuldade e grande divergência entre autores, no sentido de se quantificar o fator tempo dessa vida útil, que para Dos Santos (2012) apud Andrade (2005), a complexidade dos mecanismos de deterioração envolvidos é tão grande, que acaba dificultando bastante a introdução do fator “tempo” nesse tipo de abordagem. Além de depender das exigências associadas ao uso de cada estrutura.

Helene, Andrade, Medeiros (2011), salienta que essa questão de vida útil deve ter enfoque abrangente, envolvendo equipes multidisciplinares. Deve-se também ter a concepção de que é o resultado de ações coordenadas e realizadas em todas as etapas do processo construtivo, desde sua concepção, planejamento, projeto, materiais, componentes, execução propriamente dita e principalmente durante a etapa de uso da estrutura.

É importante o entendimento dessa interdependência ou efeito de sinergia entre as partes de um sistema, já que todas essas etapas construtivas estão fortemente entrelaçadas e dependentes umas das outras. Por exemplo, uma estrutura de concreto armado submetida a uma ocorrência da reação de ataque de sulfatos irá se expandir e fissurar, abrindo caminho e acelerando a contaminação de cloretos que irão causar corrosão de armaduras, que por sua vez, estando com cobrimento insuficiente, sofrerá danos ainda maiores. Juntamente com o a magnitude de cargas atuantes na estrutura, que pode levar a um quadro de fissuração ainda mais precário, e a falta de manutenção, acarretando em danos do sistema impermeabilizante.

Há uma relação entre temas inerentes a evolução dos conceitos relativos ao projeto estrutural como mostra a figura abaixo. (Andrade 2009 apud Possan 2010)

Figura 13 - Evolução conceitual do projeto das estruturas de concreto



(Fonte: Possan, 2010)

Em que R = resistência; D = durabilidade; DES = desempenho; VU = vida útil; CCV = custos de ciclo de vida; SUS = sustentabilidade.

3.5 Patologia de concreto armado

3.5.1 Definições

Pode ser definido como a área da Engenharia Civil, que estuda as causas, origens, formas ou mecanismos de manifestação, sintomas e consequência desse sistema de degradação de estruturas. Dessa forma, analisaremos a seguir alguns tópicos deste amplo campo de conhecimento, focando basicamente às principais causas das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado.

É importante entender, que o próprio concreto armado, alvo desses inúmeros ataques, por si só, já é um material não inerte. Por ser um material bastante heterogêneo, está sujeito a algumas alterações devido a interações entre seus materiais constituintes (cimentos, brita, areia, água e aço), seus aditivos e agentes externos, das mais variadas naturezas e formas (bases, ácidos, sais, gases, vapores, micro-organismos, variações de temperatura etc.) Lapa (2008).

Basicamente às principais causas de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, poder ser divididas em:

- **Causas intrínsecas:** Souza e Ripper (1998) as caracterizam por terem origem interna, ou seja, em elementos da própria estrutura, como materiais de má qualidade e peças estruturais utilizadas na execução, falhas humanas e ações externas. (Figura 14);

Figura 14 - Causas intrínsecas

FALHAS HUMANA DURANTE A CONSTRUÇÃO	DEFICIÊNCIAS DE CONCRETAGEM	<div> transporte lançamento juntas de concretagem adensamento cura </div>
	INADEQUAÇÃO DE ESCORAMENTOS E FÓRMAS	
	DEFICIÊNCIAS NAS ARMADURAS	<div> má interpretação dos projetos insuficiência de armaduras mau posicionamento das armaduras cobrimento de concreto insuficiente dobramento inadequado das barras deficiências nas ancoragens deficiências nas emendas má utilização de anticorrosivos </div>
	UTILIZAÇÃO INCORRETA DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	<div> f_{ck} inferior ao especificado aço diferente do especificado solo com características diferentes utilização de agregados reativos utilização inadequada de aditivos dosagem inadequada do concreto </div>
INEXISTÊNCIA DE CONTROLE DE QUALIDADE		
FALHAS HUMANAS DURANTE A UTILIZAÇÃO (ausência de manutenção)		
CAUSAS NATURAIS	CAUSAS PRÓPRIAS À ESTRUTURA POROSA DO CONCRETO	
	CAUSAS QUÍMICAS	<div> reações internas ao concreto expansibilidade de certos constituintes do cimento presença de cloretos presença de ácidos e sais presença de anidrido carbônico presença da água elevação da temperatura interna do concreto </div>
	CAUSAS FÍSICAS	<div> variação de temperatura insolação vento água </div>
	CAUSAS BIOLÓGICAS	

(Fonte: Souza e Ripper, 1998)

- **Causas extrínsecas:** Souza e Ripper (1998) as caracterizam por terem origem externa, de fora pra dentro do elemento estrutural, ou seja, sem influência do corpo estrutural em si, ao longo de sua vida útil. (Figura 15);

Figura 15 - Causas extrínsecas

FALHAS HUMANAS DURANTE O PROJETO	Modelização Inadequada da Estrutura Má Avaliação das Cargas Detalhamento Errado ou Insuficiente Inadequação ao Ambiente Incorreção na Interação Solo-Estrutura Incorreção na Consideração de Juntas de Dilatação
FALHAS HUMANAS DURANTE A UTILIZAÇÃO	Alterações Estruturais Sobrecargas Exageradas Alteração das Condições do Terreno de Fundação
AÇÕES MECÂNICAS	Choques de Veículos Recalque de Fundações Acidentes (Ações Imprevisíveis)
AÇÕES FÍSICAS	Variação de Temperatura Insolação Atuação da Água
AÇÕES QUÍMICAS	
AÇÕES BIOLÓGICAS	

(Fonte: Souza e Ripper, 1998)

3.5.2 Manifestações patológicas em estruturas de marquises de concreto armado

Particularmente, em marquises de concreto armado, o risco de ocorrência de um desastre é agravado pelo fato de que na maioria das vezes a mesma se projeta sobre os logradouros públicos, ameaçando de forma muito mais contundente, a segurança do transeunte, e tornando-a merecedora de uma atenção extra, tanto no âmbito de projeto, como no de execução e conservação ao longo do tempo. (Medeiros e Grochoski, 2008).

Manifestações patológicas podem possuir diversas origens, podendo estar relacionados ao concreto, falhas nos sistemas de impermeabilização e drenagem, mal posicionamento das armaduras e até erros de projeto, como será discutido a seguir.

3.6 Tipos de manifestações patológicas

3.6.1 Corrosão das armaduras

Sabidamente, o concreto em si apresenta uma alta resistência às tensões de compressão, atingindo, com o auxílio de tecnologias de aditivos amplamente desenvolvidas e difundidas e classes de cimentos bastante diferenciadas, resistências superiores a 100MPa. (IME)

Porém, sua resistência à tração gira em torno de 10% da sua resistência a compressão. Tornou-se então evidente a necessidade de utilizar algum outro material, que disposto conveniente e harmoniosamente com o concreto, pudesse fazer com que o conjunto tivesse uma resistência satisfatória à tração. Teve-se então, a ideia de usar o aço, cuja resistência à tração dos mais utilizados no mercado, gira em torno de 500MPa e 600MPa, além de apresentar um comportamento dúctil, ou seja, possui uma capacidade de se deformar antes de atingir a ruptura, dando sinais de alerta para os usuários.

O concreto, além de resistir à compressão e dar a forma ao elemento estrutural, tem uma função não menos importante de proteger a armadura do contato de agentes externos de natureza física e química. No que diz respeito ao primeiro, o funcionamento se dá devido à barreira física proporcionada por um bom cobrimento de concreto, sem fissura, com alta compacidade, estanqueidade e dimensão adequada. Já a proteção química é resultado do caráter alcalino que o concreto tem, graças, principalmente a presença de hidróxido de cálcio, sódio e potássio, presente nos poros do cimento, conferindo pH da ordem de 12,5 à 14 à fase líquida do concreto (Longuet 1973 apud Andrade e Page 1986).

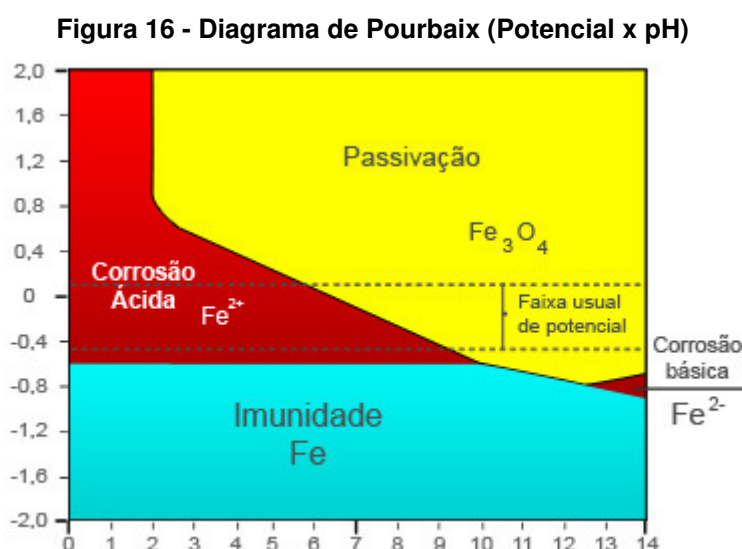
Figueiredo e Meira (2013) apud (Pourbaix, 1987), diz que ao estar inserido nesse intervalo de pH, uma película passivadora protetora do aço é gerada a partir de uma reação eletroquímica que resulta na formação de uma fina camada de óxidos, transparente e aderente ao aço, por toda sua extensão.

Segundo Souza e Ripper (1998), a despassivação ou quebra dessa camada protetora do aço, ocorre em função da diminuição do pH do concreto, a partir do momento em que sua alcalinidade cai para valores inferiores a 9.

Essa diminuição de pH tão prejudicial ao aço ocorre devido à reação entre o hidróxido de cálcio e o CO₂ externo, em um fenômeno conhecido como carbonatação.



Já de acordo com Pourbaix, esse limite de pH é 10 como se observa na figura 16 abaixo:



(Fonte: Figueiredo e Meira, 2013)

Para Helene (1993), pode-se definir corrosão como a interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química, ou eletroquímica.

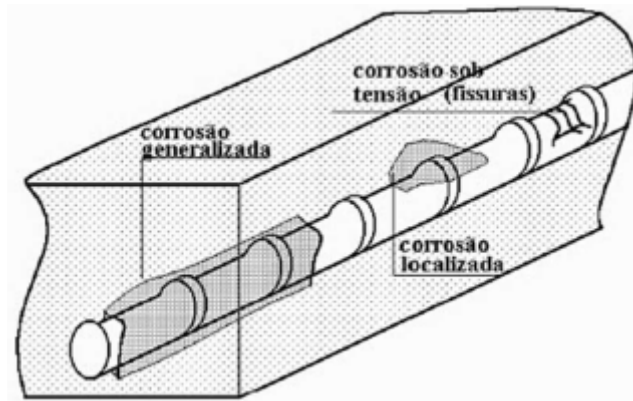
Já Gentil (2003) diz que pode-se entender a corrosão como a deterioração de um material por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, aliada ou não a esforços mecânicos.

Em relação ao tema abordado, o mecanismo gerador de corrosão se dá por pite, podendo ser desmembrado em duas formas (Souza e Ripper – 1998):

- Localizada: caracterizada pela ação de íons agressivos, principalmente o Cl⁻ na presença de oxigênio e umidade.
- Generalizada: Por ação do CO₂ diluído no ar atmosférico, se difundindo pelos poros e fissuras do concreto, diminuindo seu pH para valores inferiores a 9, reação conhecida como carbonatação.

A figura 17, traz uma figura esquemática dos tipos de corrosão abordados:

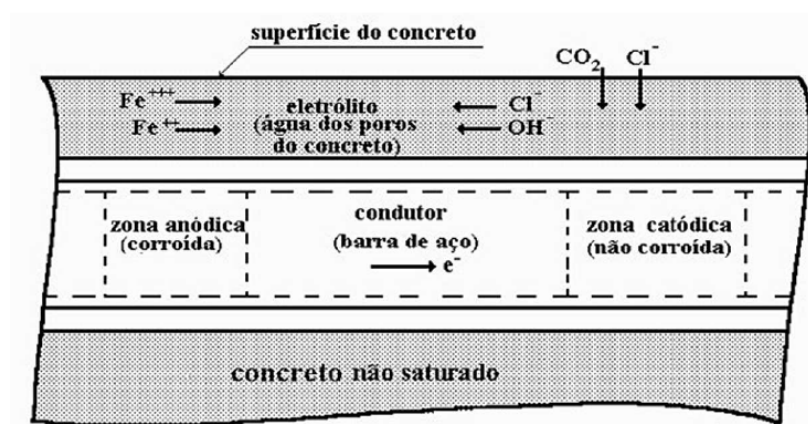
Figura 17 - Tipos de corrosão atuantes em barra de aço no concreto armado



(Fonte: Souza e Ripper, 1998)

Em qualquer um dos casos de corrosão da armadura de concreto armado citados anteriormente, o processo é eletroquímico, ou seja, a reação se dá por meio de um eletrólito sob ação de uma diferença de potencial, que é a própria água existente dentro do concreto, com a barra de aço fazendo o papel de condutor metálico, acontecendo, simultaneamente, reações anódicas e catódicas. (Souza e Ripper, 1998).

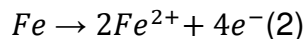
Figura 18 - Esquematização de reação de corrosão eletroquímica em barra de aço no concreto armado



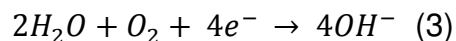
(Fonte: Souza e Ripper, 1998)

Segundo (HELENE, 1993), o mecanismo de corrosão pode ser entendido da seguinte forma:

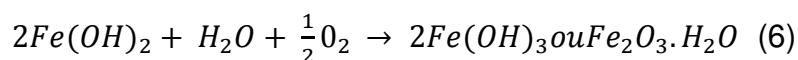
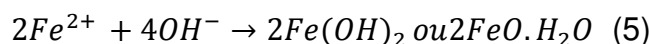
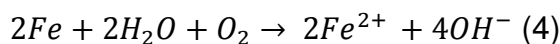
- O ferro, situado na zona anódica, perde elétrons e se dissolve:



- Já na zona catódica, em meios aerados e neutros, tem-se a redução:



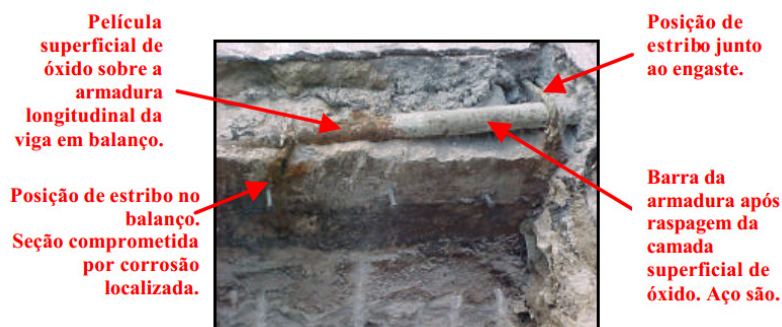
Dessa forma, acaba ocorrendo as reações de corrosão, formando ferrugem:



Tendo os compostos $2FeO \cdot H_2O$, $2Fe(OH)_3$ e $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, caráter expansivo, e o hidróxido de ferroso ($2Fe(OH)_2$), fracamente solúvel. Esses produtos de corrosão expansivos, acabam ocupar de 3 a 10 vezes o volume original do aço, causando tensões internas no concreto, da ordem de 15MPa. (HELENE, 1993).

Conforme Souza e Ripper, 1998, essa troca de aço resistente por ferrugem, que culmina na perda de seção do metal é o primeiro aspecto patológico de corrosão, culminando na perda de aderência entre o aço e o concreto, alterando a capacidade estrutural da peça às solicitações para a qual foi projetada.

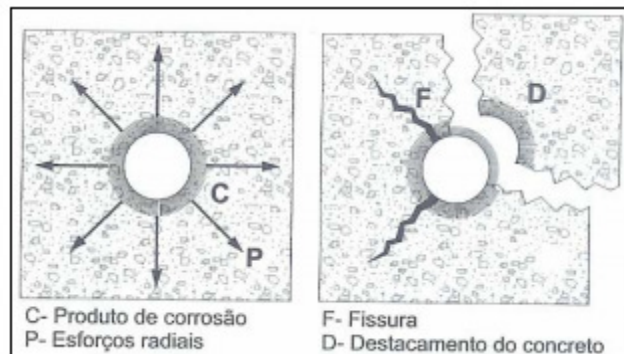
Figura 19 - Verificação de integridade do aço dentro de viga de marquise.



(Fonte: Jordy, 2002)

Logo em seguida, temos fissuração do concreto proveniente dos esforços de tração com sentido radial a barra, tracionando e fissurando o concreto no decorrer do processo (figura 20), chegando a causar descolamentos de partes de concreto da estrutura (figura 21).

Figura 20 - Deslocamento de concreto devido a expansão do aço



(Fonte: Cascudo, 1997)

Figura 21 - Deslocamento do concreto em marquise devido a armadura corroída



(Fonte: Almeida, 2009)

Já segundo Almeida (2009), quando a armadura do concreto armado está em um estado considerado avançado de corrosão, o primeiro efeito é o aparecimento de manchas avermelhadas na superfície do concreto, conforme mostra a figura 22.

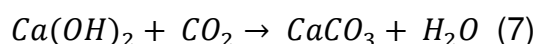
Figura 22 - Manchas branco-avermelhadas na superfície do concreto, proveniente da oxidação do aço.



Fonte: (Souza, 2006)

3.6.2 Carbonatação do concreto

A carbonatação é uma reação decorrente da dissolução do CO_2 , presente no ar atmosférico, na umidade do concreto hidratado, se estendendo pelas redes comunicantes entre os poros e vazios do mesmo, ou seja, sendo influenciada diretamente pelo nível de permeabilidade do concreto. Reagindo com os álcalis do cimento, principalmente hidróxido de cálcio, e formando carbonato de cálcio conforme mostra a equação (7).



Reação essa, progredindo de fora para dentro da estrutura de concreto. (Gonçalves, 2011)

A carbonatação em si, caso houvesse um raio de ação superficial, menor que a espessura de cobrimento das armaduras, seria até benéfica para o concreto, visto que ela aumenta sua resistência física e química, densificando-o e o tornando mais intransponível, ou menos permeável a agentes externos. (Souza e Ripper, 1998)

O problema, segundo Souza e Ripper, 1998, como já citado, é que essa formação de carbonato de cálcio acaba reduzindo o pH do concreto para valores inferiores a 9, aumentando sua acidez. Dependendo da concentração de

CO₂ externo, fissuração e permeabilidade do concreto, a frente de reação pode ser mais profunda, atingindo a armadura, e dando início ao processo de despassivação.

Percebe-se, que um entendimento e conhecimento dessa profundidade de carbonatação do concreto armado, nos ajuda a entender um dos fatores preponderantes no desencadeamento da corrosão das armaduras.

Uma forma de fazer a verificação dessa ocorrência de carbonatação, é por meio de uma solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, como indicador de pH, aplicada na região investigada, recém fraturada e limpa. Caso a região se encontre com pH maior que 9, se apresentará com coloração rosa, tendendo a rosa escuro a medida que o pH aumenta. (Gonçalves, 2011).

Figura 23 - Verificação da profundidade de carbonatação em marquise



(Fonte: Gonçalves, 2011)

3.6.3 Ataque de cloretos

Os cloretos podem vir a ser involuntariamente adicionados no concreto por meio de água de amassamento contaminada, contaminação de agregados e ao se usar aditivos, especialmente os aceleradores de pega e endurecimento, que tem na sua composição o cloreto de cálcio ($CaCl_2$), exigindo um conhecimento prévio das consequências advindas do seu uso. (Souza e Ripper, 1998)

Esse contato pode vir a ter caráter extrínseco, ou seja, de natureza externa ao elemento estrutural, geralmente ao estar inserido em uma atmosfera contaminada com esses íons, tendo sua entrada regida basicamente pelo nível de porosidade do concreto. (Meira e Figueiredo, 2013)

Os íons cloreto se misturam com a água e oxigênio presente nos poros do concreto e penetram no mesmo, causando desestabilizações pontuais na película de passivação da armadura. (Meira e Figueiredo, 2013).

Segundo a teoria de Treadway (1998), ocorre uma combinação dos cloretos com os íons Fe^{2+} formando, como produto, $FeCl_2$. Esses cloretos sofrem reciclagem através da hidrólise de seus produtos, deixando os Cl^- novamente livres para reagir. Somado ainda com o fato de que o sistema continua sendo alimentado por Cl^- , que se somam aos livres já existentes ali e agravam cada vez mais o quadro de corrosão. (Meira e Figueiredo, 2013 apud Treadway, 1998).

A maioria das teorias que contemplam a representação desse fenômeno convergem para o fato de que a reação de despassivação por cloretos é localizada, ou seja, sua ocorrência se dá costumeiramente por pites, diferindo da ocorrida pela carbonatação, caracterizada por ser uma corrosão generalizada. (Meira e Figueiredo, 2013).

Figura 24 - Corrosão desencadeada por carbonatação (esquerda) e íons cloreto (píte).



(Fonte: Meira e Figueiredo, 2013)

Na figura 24, à esquerda, temos a aparência superficial da corrosão generalizada desencadeada pela carbonatação do concreto, e a direita uma corrosão puntiforme desencadeada pela ação dos íons cloreto.

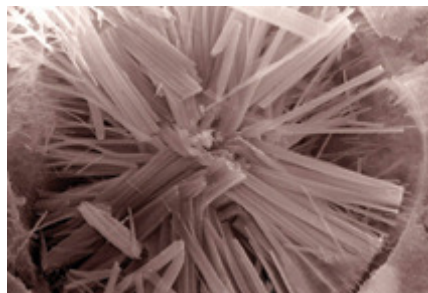
3.6.4 Ataque de sulfatos

Os íons sulfato, dentre uma variedade de agentes prejudiciais à integridade do concreto, é considerado um dos mais agressivos. Eles podem ser encontrados em diversos ambientes e formas diferentes, como no solo, lençóis freáticos contaminados, mar e a própria atmosfera. Basicamente, seu ataque se dá por dois mecanismos (COSTA, 2004):

- Reação com os produtos de hidratação da alumina e aluminato tricálcico (C_3A), formando etringita secundária ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$)
- Reação com hidróxido de cálcio, produzindo gesso.

Descobriu-se entretanto, que há uma forte relação entre a quantidade de aluminato tricálcico no cimento Portland e a expansão oriunda do ataque de sulfatos. Essa formação de Etringita dentro do concreto se dá em forma de cristais expansivos, gerando um aumento de volume. (Alves, 2007).

Figura 25 - Formação e cristalização de etringita expansiva em um poro do concreto



(Fonte: Revista Techne, PINI, 2004)

Segundo Arnaldo Battagin, chefe de laboratórios da ABCP, a pressão de cristalização da etringita dentro do concreto é enorme, chegando a uma expansão da ordem de 300% em relação a seu volume inicial antes da reação. Dessa maneira, surgem tensões trativas dentro do elemento estrutural, que ao atingir valores similares a resistência à tração do concreto, propagam fissuras, e o processo de deterioração se intensifica, aumentando a permeabilidade do concreto, e tornando o

concreto cada vez mais vulnerável a novos ataques, propagando um efeito em cadeia.

Como forma de evitar que a presença de sulfatos danifique o elemento estrutural de concreto, intuitivamente, deve-se tentar reduzir o componente do cimento que seja mais passível desse ataque, ou seja, o aluminato tricálcico. O que se faz comumente, é se utilizar cimentos que apresentem baixo teor desse componente, na seguinte ordem de prioridade (Souza e Ripper, 1998):

- Cimento Portland de alto-forno contendo um teor de escória superior a 60%;
- Cimento Portland pozolânico com teor de pozolana entre 15% e 50%;
- Cimento Portland resistente a sulfatos (teor de $C_3A < 8\%$);
- Cimento Portland com baixo teor de álcalis;

3.6.5 Ações biológicas

O concreto é um material poroso, úmido, e de condições químicas que lhe conferem um caráter bioreceptivo, ou seja, favorável ao ataque microbiológico. Somado ainda pelas condições que o próprio ambiente oferece, e que é de vital importância na formação de um ambiente favorável ao seu crescimento, como:

- Temperatura
- Luminosidade
- Umidade

Os micro-organismos atuam no concreto de forma prejudicial à integridade estética e desempenho da pasta de cimento e os agregados, assim como o elemento estrutural em si. (Lapa, 2008).

O emboloramento é uma alteração macroscópica, podendo ser identificada a olho nu na superfície do material, como consequência da proliferação de organismos do grupo dos fungos, que se alimentam de matéria orgânica. (Lapa, 2008).

Eles costumam aparecer em lugares úmidos, por condensação ou acúmulo de água, encontrando nas marquises, um lugar ideal para seu desenvolvimento, já que é comum haver acúmulo de água ou constante umidade advinda dos ciclos de molhagem da chuva. Sua manifestação aparenta diversas colorações diferentes,

como esverdeadas, brancas e avermelhadas, mas na sua grande maioria são manchas escuras aderidas na superfície do concreto. Manchas essas, decorrentes de reações químicas, deposições de esporos, ou até mesmo a sua própria coloração, como mostram as figuras 24 e 25 a seguir. (ALMEIDA, 2009).

Figura 26 - Grau avançado de emboloramento em marquise do Cine Teatro Central, Juiz de Fora MG.



(Fonte: Blog Identidade do Patrimônio, 2012)

Figura 27 - Grau avançado de emboloramento em marquise



(Fonte: Almeida, 2009)

3.6.6 Importância e determinação do cobrimento da armadura

O concreto, como já foi dito, além do papel de aglomerante, resistente principalmente a tensões de natureza compressivas, tem o importante papel de proteção das armaduras, envolvendo o aço, e o isolando do contato com agentes externos agressivos.

Uma alternativa, geralmente usada buscando o aumento da resistência à corrosão química é o uso de cimentos modificados. Os cimentos resistentes aos sulfatos e os cimentos pozolânicos resistem bem melhor a quase todos os tipos de substâncias agressivas. (VICTOR, 2008).

Segundo a NBR-6118 (2014), nos projetos de estruturas de concreto armado, incluindo as de marquises, deve-se atribuir uma classificação para o nível ou intensidade de agressividade ambiental, como mostra a Tabela 1, podendo se fazer uma avaliação, mediante ao tipo de exposição da estrutura em estudo.

Tabela 1 - Classes de agressividade ambientais

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana	Pequeno
III	Forte	Marinha	Grande
		Industrial	
IV	Muito forte	Industrial	Elevado
		Respingos de maré	

(Fonte: NBR 6118, 2014)

Se atendo, no caso das marquises, ao subitem “b”, que possibilita o abrandamento da classe de agressividade, caso de sua localização se de em um local com umidade relativa menor que 65% ou em região com índice pluviométrico baixo, não se aplicando a região de Florianópolis onde a umidade relativa beira os 80%. Já o sub-item “a”, pode ser praticamente descartado, dado o caráter externo das marquises.

A NBR-6118 (2014), ainda salienta a forte relação existente entre a relação água/cimento do concreto, e sua resistência a compressão, já que ela está totalmente ligada a porosidade final do concreto curado, aspecto que rege à penetrabilidade de agentes externos no mesmo, assim como sua durabilidade. A tabela 2 expressa valores mínimos a se adotar, de acordo com a classe de agressividade exposta.

Tabela 2 - Relação entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Classe de Agressividade				
	Tipo	I	II	III	IV
Relação água cimento (em massa)	CA CP	0,65 0,60	0,60 0,55	0,55 0,50	0,45 0,45
Classe de resistência mínima	CA CP	C20 C25	C25 C30	C30 C35	C40 C40
CA: elementos estruturais de concreto armado					
CP: elementos estruturais de concreto protendido					

(Fonte: NBR 6118, 2014)

Sendo cumpridas essas exigências de aspecto qualitativo do concreto, a NBR 6118 (2014) ainda faz especificações quanto ao cobrimento mínimo de concreto para as armaduras de acordo com a classe de agressividade, mostrado pela tabela 3.

Tabela 3 - Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para armaduras de concreto armado

Elemento	Classe de Agressividade			
	I	II	III	IV
Lajes	2,0	2,5	3,5	4,5
Vigas/pilares	2,5	3,0	4,0	5,0

(Fonte: NBR 6118, 2014)

3.6.7 Fissuração do concreto

3.6.7.1 Quanto as exigências da NBR 6118

A fissuração em elementos estruturais de concreto armado é muito difícil, ou até mesmo impossível de ser evitada, graças a sua baixa resistência à tração. Mesmo sob ações de serviço (utilização), pode-se atingir valores próximos ao limite. Surge então, a necessidade de se ter um controle da magnitude dessas fissuras. (NBR 6118, 2014)

Segundo a tabela 4 extraída da NBR 6118-2014 a seguir, sob ação de combinação frequente, não excedendo valores da ordem de 0,2 a 0,4 mm, a abertura máxima característica w_k , não tem impacto considerável na corrosão e armaduras passivas.

Tabela 4 - Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	

(Fonte: NBR 6118, 2014)

A existência de aberturas de fissuras compatíveis com o prescrito pela norma, em estruturas bem projetadas, executadas e submetidas às cargas previstas, não conferem perda de durabilidade ou segurança quanto ao estado limite último. (NBR 6118-2014)

Há ainda outras causas de fissuração, como a retração plástica, reações químicas internas do concreto nas primeiras idades, exigindo cuidados na sua dosagem (tecnológicos), cura e execução da estrutura. (NBR 6118-2014).

3.6.7.2 Sobrecarga

Marqueses são dimensionadas basicamente como lajes sem acesso à pessoas. Sendo assim, sua carga acidental é de 0,5kN/m². Aumentar essa carga, por algum dos motivos explanados a seguir, ou qualquer outro, significa violar a

hipótese de carga atuante em que se baseia o dimensionamento adotado no projeto original. (CEPD, 2008)

Casos de sobrecarga em estruturas de marquise ocorrem com alta frequência, principalmente em edificações comerciais. Contemplando desde a colocação de espessas camadas de revestimento, que chegam a superar a espessura da laje, superposição de camadas impermeabilizantes sem a pré remoção da camada atual, utilização da estrutura como depósito de entulhos dos mais diversos tipos, entupimento do sistema de drenagem propiciando um acúmulo de água, instalação de painéis ou letreiros publicitários e aparelhos condensadores de sistemas de refrigeração, e em alguns casos, até a má utilização da mesma. (Gonçalves, 2011).

É necessário que os usuários se conscientizem e tenham discernimento sobre os perigos atrelados ao uso inapropriado dessas estruturas. Assim como, levando em conta todos os riscos apresentados, uma maior atenção por parte de projetistas e construtores. Um exemplo claro dessa prevenção, visando-se prever no cálculo da estrutura, ocorrência de fatos isolados e remotos de grande magnitude, é o uso da mesma como “camarote” para carnaval ou alguma manifestação do tipo. Logicamente, por bom senso, não se irá dimensionar uma marquise para esse fim, mas é necessário que o projetista se atente na existência de indícios de situações que culminem no acesso ao público à marquise, ou interesse de fazê-lo, considerando tudo isso no dimensionamento. (Carmo 2009, apud Rizzo 2007).

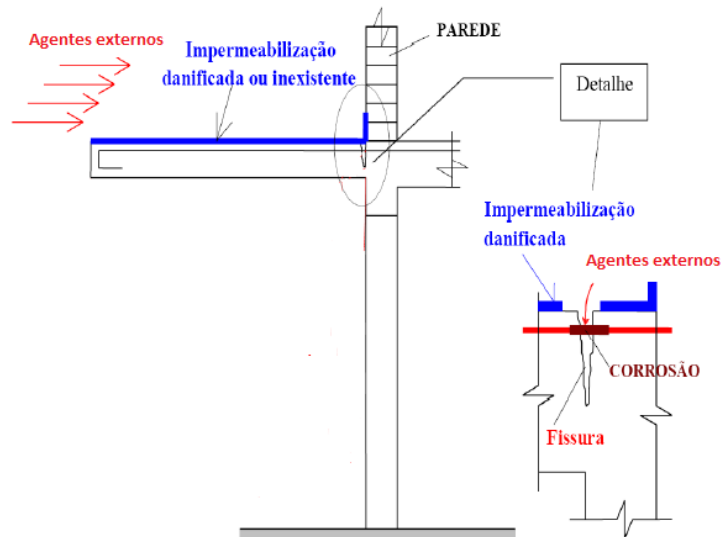
Toda essa sobrecarga tem papel fundamental na formação de fissuras, já que uma grande parcela das mesmas são originadas sob tensão de tração, com intensidade máxima na parte superior do engastamento, onde tem-se o momento fletor negativo preponderante. Lembrando que, no caso das marquises, esse incremento de carga não previsto, atua logo onde o concreto tem maior vulnerabilidade e é mais fraco, ou seja, na sua capacidade de resistir a esforços de tração. (Almeida, 2009).

Temos então uma aceleração do processo de corrosão, devido à fissuração da superfície do concreto, justamente onde se tem maior incidência de agentes agressores. (Almeida, 2009).

Nos primeiros anos de utilização da obra, o sistema de impermeabilização, ainda intacto, impede o acesso de umidade e agentes agressivos no local. É importante lembrar, que essa tendência à fissuração, debilita inclusive o sistema

impermeabilizante da laje da marquise, tornando-o ineficiente, e causando um decréscimo de durabilidade da estrutura. (Figura 29).

Figura 28 - Danificação da camada impermeabilizante.



(Fonte: Adaptação, IME – Instituto Militar de Engenharia)

Com fim de exemplificação, as figuras 30 a 34 ilustram alguns casos recorrentes de sobrecarga em marquises.

Figura 29 - Sobrecarga devido a acúmulo de água proveniente do entupimento de drenos.



(Fonte: Gonçalves, 2011)

Figura 30 - Sobrecarga devido a instalação de condensadores de ar condicionado sobre marquises



(Fonte: Autor)

Figura 31 - Sobrecarga devido a instalação de condensadores de ar condicionado sobre marquises



(Fonte: Autor)

Figura 32 - Sobrecarga devido ao uso de marquise como depósito de entulhos



(Fonte: Autor)

Sobrecarga advinda da instalação de letreiros de marketing: especialmente nos centros de grandes cidades onde se predomina o comércio, tem-se uma grande concentração de letreiros publicitários apoiados nessas marquises, principalmente em zonas próximas aos bordos. Posição crítica já que acarreta em um braço de alavanca maior.

Figura 33 - Instalação de letreiro de marketing em extremidade de marquise



(Fonte: Almeida, 2009)

É interessante citar ainda, como observado por Medeiros e Grochoski (2008), a prática errônea de quem trabalha com renovação de sistemas impermeabilizantes de marquises, que para evitar retrabalho, acabam aplicando sucessivas camadas impermeabilizantes, uma em cima da outra, sem a remoção da anterior. Ou seja, com intuito de se ter uma maior praticidade ao realizar a manutenção, acabam adicionando uma camada sobre a outra, sem se ater ao fato de que com o tempo, haverá um incremento de peso próprio da laje, podendo propiciar futuros problemas.

Com fim de exemplificação, tem-se um caso crítico observado, de uma marquise de 7 cm de espessura, e que ao ser submetida a inúmeras camadas de impermeabilização superpostas totalizou 56cm, como exemplifica a figura 35.

Figura 34 - Exemplo de camadas de impermeabilização sobrepostas sobre laje de marquise



(Fonte: Medeiros e Grochoski, 2008)

3.6.8 Fissura por retração do concreto

Retração do concreto pode ser definida como a redução de seu volume pela perda de umidade de um elemento seja no estado fresco seja no estado endurecido,

decorrentes de mecanismos de naturezas diferentes: autógena, química e carbonatação. Tudo isso, regido principalmente pela perda de água decorrente da secagem ou da auto dessecação. (Rodrigues, 2010)

- **Retração por secagem:** Segundo Rodrigues (2010) apud Bisschop (2002), pode-se defini-la, como uma deformação da massa, que depende do tempo, em consequência da perda de água ligada a condições de constante temperatura e umidade relativa. A quantidade excedente de água, empregada na preparação do concreto ou argamassa, permanece livre no interior da massa, evaporando-se posteriormente; tal evaporação gera forças capilares equivalentes a uma compressão isotrópica da massa, produzindo a redução do seu volume.

- **Retração química:** é oriunda do balanço volumétrico das reações de hidratação. Balanço esse, no sentido de que a soma dos volumes molares iniciais da água e do componente anidro serem maiores que os produtos das reações de hidratação, acabando por gerar uma variação de volume negativa ou retração. (Giongo, 2007).

- **Retração por carbonatação:** como já exposto anteriormente, principalmente os cristais de hidróxido de cálcio presentes no cimento reagem com o CO₂ presente no ar, produzindo carbonato de cálcio, produto esse de menor volume. (Giongo, 2007).

Vale lembrar que os fenômenos acima ocorrem com o concreto já endurecido ou em processo de endurecimento a longo prazo. Existe ainda a retração plástica, ocorrendo no concreto em estado fresco.

Simplificadamente, esse tipo de retração, ocorre a curto prazo, quando se tem uma evaporação relativamente rápida da água que aflora na superfície do concreto, mecanismo esse conhecido por Exsudação, oriundo da diferença de densidade entre a água e os demais constituintes do concreto. Culminando na criação de tensões internas no concreto, e ocasionando fissuras.(Rodrigues, 2010)

Figura 35 - Fissuras ocasionadas por retração plástica emlaje, após a concretagem



(Fonte: Autor)

Figura 36 - Fissuras ocasionadas por retração plástica em laje, após a concretagem



(Fonte: Autor)

É importante salientar os fatores que influenciam nesse fenômeno tão frequente e muitas vezes não tão bem compreendido por quem executa. Giongo (2007) cita 5 deles, nos ajudando a entender o quão amplo e diverso é a área que trata e previne esse tipo de manifestação patológica, já que são inúmeras suas causas e origens.

- **Quantidade de cimento:** Com o aumento da proporção de cimento utilizado, se tem um aumento de retração, devido, fundamentalmente, ao aumento da retração química;
- **Água de amassamento:** Quanto maior a relação água/cimento (a/c), mais poroso será o concreto e conseqüentemente maior número de capilares, favorecendo a retração;

- **Finura do cimento e granulometria dos agregados:** Sabe-se que quanto mais fino são os grãos, maior sua superfície específica e conseqüentemente a demanda por água da mistura. Resultando em capilares mais numerosos e finos, e uma retração mais intensa;
- **Umidade do ambiente:** o elemento estrutural executado em um ambiente mais úmido tem maior capacidade de manter sua película de água superficial, ou seja, dificulta sua evaporação culminando em menor retração.
- **Temperatura do ambiente:** o aumento de temperatura por si só desencadeia uma maior velocidade do processo de evaporação, deixando a superfície do concreto carente de água mais rapidamente, sendo altamente recomendável, dependendo do caso, fazer a cura do concreto por meio, por exemplo, de aspersão constante de água, mantendo a água de exsudação constante;

No concreto armado, essas mudanças volumétricas da pasta são contrariadas pela presença de restrições, opostas por obstáculos internos e externos, como a forma da peça estrutural e existência de outros elementos ligados a ela. (Rodrigues, 2010).

3.6.9 Manifestações patológicas causadas pela ação da umidade

Pode-se definir esse tipo de dano como sendo a penetração de água, seja agressiva ou não, por meio de fissuras existentes no concreto, falhas de concretagem, juntas mal feitas ou a alta porosidade do mesmo, intimamente ligada à sua relação água/cimento. Este dano pode ser originado ainda por falhas de impermeabilização, vazamento de tubulações, acúmulo de sujeira, obstrução de drenos da marquise ocasionando acúmulo indesejável de água e falhas do sistema de escoamento de águas pluviais. Resultando muitas vezes no desencadeamento precoce de processos corrosivos e lixiviação. (Gonçalves, 2011 apud Souza 2009)

Figura 37 - Marquise apresentando sinais de infiltração



(Fonte: Jornal “A TARDE”, 2012)

Figura 38 - Marquise apresentando sinais de infiltração



(Fonte: Almeida, 2009)

3.7 Histórico de desastres envolvendo marquises no Brasil

Alguns relatos apontam o início do século passado como o princípio das construções de marquises em território nacional, compondo estruturas, de em média 4 pavimentos. A ideia inicialmente era de se proteger os transeuntes contra a queda de objetos, assim como uma proteção natural a intempéries, como chuva e sol.

Baseado nesses conceitos foi exigido, através de um decreto, inicialmente no Rio de Janeiro e posteriormente em São Paulo e outras cidades, a obrigatoriedade da execução de marquises, em especial para prédios comerciais. Naquela época os

acidentes envolvendo esse tipo de edificação era menores ou muito pouco divulgados. (Lorenzetti, 2013)

Infelizmente o número expressivo de sinistros dessa categoria na construção civil vem aumentando significativamente nos últimos 15 anos no Brasil, contribuindo para um histórico extenso, certamente devido à falta ou deficiência de especificações técnicas, negligência, descaso, e pelo fato da cultura do brasileiro ser bastante omissa, no que se refere a manutenção preventiva, buscando sempre uma economia “preliminar”, que no futuro certamente se mostrará onerosa. Este tipo de desastre é muitas vezes piorado, já que agrega uma probabilidade relativamente alta da ocorrência de óbitos, ao servir de abrigo a transeuntes. Abrigo esse, que nos últimos anos, principalmente em construção de idade avançada, esta se tornando sinônimo de perigo (Medeiros, Grochoski, Lorenzetti, 2013).

As causas mais frequentes dos desastres podem ser listadas como: corrosão de armaduras, falhas de execução, sobrecarga da estrutura, erro de projeto, mau uso da edificação e infiltração de água, sendo a maioria passíveis de serem evitadas se houvesse um programa de inspeção e manutenção periódica dessas estruturas. (Medeiros e Grochoski, 2008)

Em Copacabana, no início da década de 90 no Rio de Janeiro, duas marquises vieram a ruir. A primeira na Rua Barata Ribeiro nº 391, em 08/11/1990, acarretou no falecimento de uma vítima, e a segunda na Rua Sá Ferreira nº 25, em 18/02/1992, com três vítimas indo a óbito.

O fato acabou tendo destaque na mídia, chamando atenção de técnicos, e da população em geral, que começou a querer entender e realizar uma investigação sistemática sobre o motivo que levou essas estruturas a desabar. A partir daí, muitos casos de desabamentos similares ocorreram, e criou-se uma polêmica sobre a questão do risco, e da real utilidade das mesmas nas edificações. (CEPD, 2008)

A tabela 5 abaixo traz um levantamento de casos de desastres com marquises no Brasil. Deve-se salientar que existem muito outros casos de desabamentos, mas por não possuírem um nível de detalhes e informações satisfatórios, foram omitidos da tabela a seguir. (Medeiros e Grochoski, 2008).

Tabela 5 - Levantamento de casos de desabamento de marquises no Brasil

Edifício	Ano do acidente	Idade da edificação	Tipo estrutural	Agentes causadores
Mercúrio (RJ)	1990	Não Declarado	Laje sobre viga engastada	-Corrosão da armadura agravada por cobertura insuficiente.
Terminus (RJ)	1992	Não Declarado	Laje sobre viga engastada	-Sobrecarga devido a sucessivas camadas de impermeabilização.- -Corrosão das armaduras.
Restaurante da Tijuca (RJ)	1992	37 anos	Laje sobre viga engastada	-Dimensionamento incorreto -Corrosão das Armaduras
Prédio do BANDERN(RN)	1993	> 50 anos	Laje engastada.	Corrosão das Armaduras
Tavares (RJ)	1995	Não Declarado	Laje engastada	-Excesso de Água por falta de drenagem. - Sobrecarga de letreiro apoiado sobre a marquise
Hospital Municipal Barata Ribeiro (RJ)	1996	48 anos	Laje engastada	- Mal Posicionamento da Armadura Negativa. - Sobrecarga devido a sucessivas camadas de impermeabilização.- Excesso de água por falta de drenagem.
Hotel Palace (BA)	2000	66 anos	Não Declarado	-Corrosão das armaduras. - Excesso de água não drenada.

Fonte: (Medeiros e Grochoski, 2008).

Ao analisar esta tabela, percebemos como a idade da edificação é fator preponderante nessa amostragem, com apenas duas ocorrências com menos de 35 anos, dentre elas o desabamento da marquise do Anfiteatro do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual de Londrina de apenas 7 anos, com duas vítimas indo a óbito e 21 feridas.

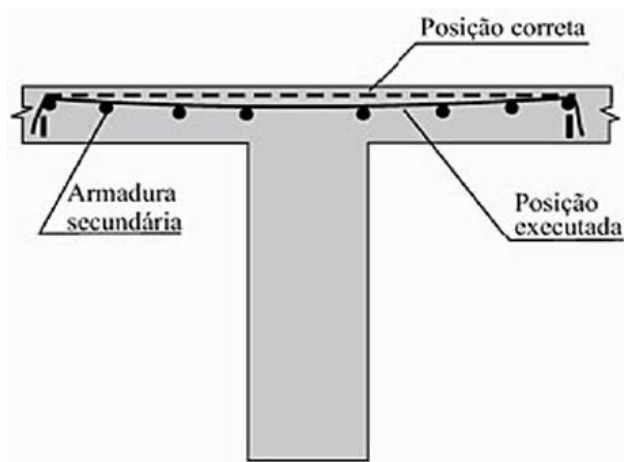
Figura 39 - Desabamento de marquise do Anfiteatro da UEL

(Fonte: Medeiros e Grochoski, 2008)

Ao se executar uma marquise, é de fundamental importância a preocupação com o correto posicionamento da armadura principal, estando sempre na face superior da laje, já que há atuação de momento negativo nesse tipo de estrutura. É

comum, e deve ser sempre levado em conta, o afundamento e deslocamento destas armaduras negativas causadas pelo tráfego de operários e carrinhos de mão no período de armação e concretagem da laje, como é esquematizado na figura 41. Dessa forma, deve-se sempre utilizar da melhor forma possível dispositivos que garantam e mantenham o posicionamento dessa malha (espaçadores, pastilhas, caranguejos) exigido em projeto. (Souza e Ripper, 1998)

Figura 40 - Armadura negativa da laje fora de posição



(Fonte: Souza e Ripper, 1998)

Essa foi uma das causas do desabamento da marquise do Hospital Barata Ribeiro no Rio de Janeiro em 1996. Conclui-se que a inspeção criteriosa do posicionamento dessas armaduras negativas pelo engenheiro, principalmente em marquises, é de imensa importância, evitando problemas futuros mais onerosos quanto à manutenção tardia, e até mesmo possíveis tragédias. (Medeiros e Grochoski, 2008).

Um caso mais recente ocorreu dois dias após as celebrações do carnaval de 2009, onde se desabou uma parte da marquise do Edifício das Companhias Bahia localizada na esquina entre a Avenida Marquês de Olinda e a Rua Bom Jesus no bairro do Recife Velho – PE (Figura 42 e 43). Foi constatado que a edificação encontrava-se abandonada, e não existia qualquer rotina de manutenção.

Figura 41 - Colapso parcial de marquise no Centro histórico do Recife



(Fonte: Monteiro et al 2010)

Figura 42 - Colapso parcial de marquise no Centro histórico do Recife



(Fonte: Monteiro et al 2010)

Ao se fazer uma avaliação preliminar, encontrou-se inúmeras manifestações patológicas, dentre elas:

- Fissuras longitudinais das lajes e consolos constatando uma expansão das armaduras de concreto;

- Perda de seção resistente das armaduras que estão completamente expostas pela desagregação do concreto;
- Armaduras das telas das lajes rompidas;
- Infiltrações generalizadas por toda laje da marquise;
- Presença de lodo e vegetação nas lajes e consolos;

Figura 43 - Viga evidenciando armaduras corroídas e laje apresentando infiltração generalizada



(Fonte: Monteiro, Oliveira, 2010)

Na Figura 44 acima, nota-se um consolo de extremidade com perda de seção clara das armaduras. Já a laje apresentava infiltração e fungos resultantes de uma impermeabilização ineficiente.

A tabela 6 reúne uma amostragem mais recente de casos de acidentes, obtidos após se fazer uma busca de registros do mesmo pela literatura, não sendo possível obter detalhes minuciosos, principalmente no âmbito técnico.

Tabela 6 - Levantamento de desabamentos recentes de marquises no Brasil

<i>Casos recentes de desabamento de marquises</i>				
<i>Local</i>	<i>Ano do acidente</i>	<i>Vítimas</i>	<i>Arranjo estrutural</i>	<i>Obs.:</i>
Avenida João Pessoa, Porto Alegre, RS	2006	01 morto	ND	
Armazem 4, Cais do Porto, Rio de Janeiro, RJ	2007	01 morto e 03 feridos	ND	
Rua Teixeira de Melo - Ipanema, Rio de Janeiro, RJ	2008	Nenhuma	ND	
Rua Paulo Froes, Nova Iguaçu,, RJ	2008	01 ferido	ND	
Avenida Churchill, Rio de Janeiro, RJ	2008	Nenhuma	ND	
Visconde de Nassau, Maringá, PR	2008	Nenhuma	ND	
Rua Neo Alves Martins, Maringá, PR	2010	Nenhuma	Laje engastada	20/09/10
Bom Retiro, São Paulo, SP	2010	01 morto	ND	06/09/10
Avenida Francisco Morato, São Paulo, SP	2010	01 morto e 01 ferido	ND	04/01/10
Centro, Aracajú, SE	2010	01 morto e 02 feridos	Laje engastada	26/07/10
Escola Municipal Wilson Simões , Caxias, RJ	2010	10 feridos	ND	15/03/10

(Fonte: Gonçalves, 2011)

3.8 Legislação regulamentadora, quanto ao uso de marquises

Em 1937, no Rio de Janeiro criou-se o Decreto 6000/37, que definiu alguns parâmetros a serem obedecidos ao se construir marquises, impondo sua obrigatoriedade em prédios comerciais e em outras edificações, dependendo do zoneamento. Foi editado, após três décadas, o Decreto 3800/70, que praticamente ratifica o anterior, e mantém a obrigatoriedade desse modelo estrutural. Em 1988 e 1991, com os Decretos 8272/88 e 10426/91 respectivamente, em fim se exclui essa obrigação. (CEPD, 2008)

Como único registro desse tipo em Florianópolis, em 26 de junho de 1963, a Prefeitura Municipal, sanciona a lei nº 565/63, alterando a lei nº 246 de 15 de novembro de 1955, que diz:

- ❖ **Art. 339** - É obrigatório a construção de marquises na testada dos edifícios localizados na zona comercial e industrial em todos os prédios construídos no alinhamento das vias públicas.

Justifica-se então, principalmente nas zonas centrais dessas cidades, onde se predomina o comércio, o motivo pelo qual, até hoje se tem uma frequência altíssima de edificações portando marquises, via de regra, com idades avançadas, fruto do cumprimento desses decretos e leis.

Segundo o CEPD, de acordo com o código civil, (Lei 10.406 de 10/01/2002)

- ❖ **Art 186** – Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência, imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito.
- ❖ **Art. 937** – O dono do edifício ou construção responde pelos danos que resultarem de sua ruína, se esta provier de falta de reparos, cuja necessidade fosse manifesta.
- ❖ **Art. 938** – Aquele que habitar prédio, ou parte dele, responde pelo proveniente das coisas que dele caírem ou forem lançadas em lugar indevido.

Caso o ocorra um desabamento em um condomínio, o patrimônio dos proprietários responde solidariamente por danos e prejuízos. Entretanto, no âmbito criminal, no papel de representante legal, o síndico se torna o primeiro responsável, com algumas exceções. (CEPD, 2008)

Mais recentemente, no Rio De Janeiro, por meio do DECRETO n.º 27.663, de 09 de março de 2007, originalmente proposta como projeto de lei pela ABECE (Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural) à Câmara Municipal de São Paulo, que regulamenta a Lei n.º 3032, de 07 de Junho de 2000, se tornou obrigatório por parte dos proprietários de imóveis com marquises, com destaque:

❖ **Art. 1.º** Fica proibida a construção de marquises de concreto armado ou metálica sobre logradouros públicos e áreas de afastamento frontal das edificações da Cidade.

❖ **Art. 2.º** No licenciamento de obras de reformas, modificação e acréscimos nas edificações existentes que possuam marquises construídas sobre logradouros e áreas de afastamento frontal deverá ser exigida a demolição das mesmas (...)

❖ **Art. 3.º** Os órgãos da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, responsáveis pela fiscalização de marquises, emitirão laudo de vistoria administrativa determinando a sua demolição em caso de constatação de processo de desgaste de material (...).

❖ **Art. 4.º** Os proprietários (...), que não se enquadrem nos Artigos 1.º, 2.º e 3.º do presente Decreto, serão obrigados a dispor de Declaração de Segurança Estrutural das Marquises (DSEM), elaborada e assinada por profissional habilitado e registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) e renovada a cada três anos.

Medidas essas justificadas por:

- Necessidade de efetivar medidas mais eficazes, que garantam a segurança dos transeuntes perante a estabilidade desse modelo estrutural, construído sobre logradouros públicos e áreas de afastamento;
- Legislação pertinente sobre a matéria estar obsoleta;
- Os benefícios obtidos com a presença desse tipo de elemento serem sobrepujados pelos riscos criados;
- A obrigação da tomada de providências relacionadas à manutenção e conservação das edificações pertencerem aos responsáveis pelo imóvel;

Já em Porto Alegre, de acordo com a Lei 6.323/88, firmada em dezembro de 1988, é de responsabilidade dos proprietários das edificações a manutenção e a conservação desses elementos construtivos, sendo obrigatório, havendo projeção de marquises em logradouros públicos, apresentar à Smov (Secretária Municipal de Órgãos e Viação), um laudo de estabilidade estrutural das mesmas. O Decreto 9.425/89 estabelece que esse documento deve ser apresentado a partir do terceiro ano de construção da marquise e renovado a cada período de três anos.

Em Salvador existe a Lei 5.907, publicada em janeiro de 2001 no Diário Oficial, e regulamentada através do Decreto 13.251, que obriga a manutenção preventiva e periódica de edificações públicas por proprietários, sejam eles públicos ou privados. A Lei prevê vistorias técnicas registradas em relatórios ou laudos, realizadas por profissionais habilitados no CREA. Infelizmente, segundo o engenheiro Nilton Ferreira, poucos cumprem a lei. (CREA-BA, 2011).

Houve em Belo Horizonte uma proposta de lei similar às citadas anteriormente, mas acabou sendo vetada em 2009 pela prefeitura, com o argumento de que a matéria prevista na mesma, já é regulamentada de forma satisfatória pelo

Código de Edificações do Município, sendo desnecessária a edição de novo instrumento jurídico sobre o tema.

Por serem consideradas metrópoles, com maior importância no cenário econômico e político brasileiro, e mais ainda por serem cidades centenárias, e consequentemente mais urbanizadas, essas cidades englobam um espaço amostral muito amplo no que diz respeito ao número de marquises construídas, configurando um cenário muito mais passível da ocorrências de desastres devido à deterioração dessas estruturas.

Talvez por esse motivo, uma revisão da legislação e a tomada de decisões legais referente a esse tema, vieram a ocorrer mais cedo que as demais, dispondo de sanções que obriguem os proprietários a se preocupar, mantendo uma rotina de manutenção desse tipo de estruturas.

4 METODOLOGIA

4.1 A Cidade de Florianópolis

Florianópolis é a capital do estado de Santa Catarina, situado na Região Sul do Brasil. Possui uma população de 461.524 habitantes, segundo última estimativa do IBGE, realizada em julho de 2014.

Devido à proximidade do mar, a umidade do ar é relativamente elevada, com média atingindo a casa dos 80%, com índice pluviométrico bem significativo e bem distribuído durante o ano. A precipitação normal anual está em torno de 1500 milímetros (mm). Tendo no verão, geralmente, a estação com maior índice pluviométrico.(Instituto Nacional de Meteorologia, INMET).

Suas características climáticas são típicas do litoral sul-brasileiro. As estações do ano são bem definidas com verão e inverno intensos, sendo outono e primavera de características semelhantes. Foi feita a média das máximas e mínimas temperaturas, com as mais quentes chegando aos 27 °C e as dos meses mais frios em torno dos 13 °C. (Instituto Nacional de Meteorologia, INMET).

O início do povoamento na ilha se deu no entorno da atual Praça XV de Novembro, onde é localizado o “Centro Histórico” de Florianópolis. A região ostenta uma alta densificação de edificações preservadas, com arquitetura típica do período colonial, com origem, em sua maioria, na década de 60 e 70.(Makowiecky, CEART)

4.2 Entrevista preliminar

O primeiro passo foi realizar uma entrevista com os responsáveis ou usuários de estruturas que portavam marquises, fazendo uma série de questionamentos, esquematizado na tabela 7. Visou-se principalmente a obtenção de informações relacionadas à existência de manutenção preventiva nessas estruturas, bem como o seu tipo e periodicidade. Outras informações, obtidas por mim no local relatavam o estado de conservação da mesma, com demais observações

Tabela 7 - Modelo de questionário

Função do entrevistado:	Lojista/proprietário/síndico/porteiro
Endereço:	Rua, número
Edifício:	Nome do Edifício
Idade do imóvel:	"X" anos
Posse de projeto estrutural:	SIM/NÃO
Existência de manutenção:	SIM/NÃO
Frequência:	"X" vezes/ano
Tipo:	Impermeabilizante/estrutural/estética
Estado de conservação geral:	Boa/Regular/Péssima
Manifestações patológicas:	Infiltração/corrosão/fissuras etc.

4.3 Obtenção de projetos

Este sub-item presente no questionário em que se buscava obter algum tipo de projeto da estrutura, principalmente o estrutural, não rendeu resultados, já que os entrevistados alegavam desconhecimento quanto ao assunto ou diziam estar em posse de terceiros, não sendo possível então realizar uma análise dos mesmos e tirar conclusões que ajudassem a compreender a estrutura.

4.4 Inspeção visual

Com objetivo de se identificar as manifestações patológicas existentes na estrutura, bem como suas causas, foi feito um cadastro fotográfico à medida que se inspecionava a marquise, registrando todos os sinais que indicavam a presença da mesma. Bem como situações de mal uso e imperícia, que pudessem vir a originar situações de risco ou até mesmo futuras manifestações patológicas. Ressalta-se a dificuldade de se fotografar, principalmente a parte de cima dessas marquises, já que a maioria das edificações visitadas não possuem acessos que favoreçam uma angulação privilegiada, se dando geralmente por janelas de residências do primeiro pavimento.

4.5 Análise de dados

Após a conclusão dos levantamentos anteriores, teve início a etapa de interpretação desses dados. Analisando todos os casos, um por um, iniciaram-se os estudos de detecção das manifestações patológicas existentes em cada estrutura, seguidos pela identificação das suas possíveis causas e origens.

Correlacionando essas informações com as obtidas pelos questionários respondidos pelos usuários, sobre a existência, frequência e natureza das manutenções encontradas.

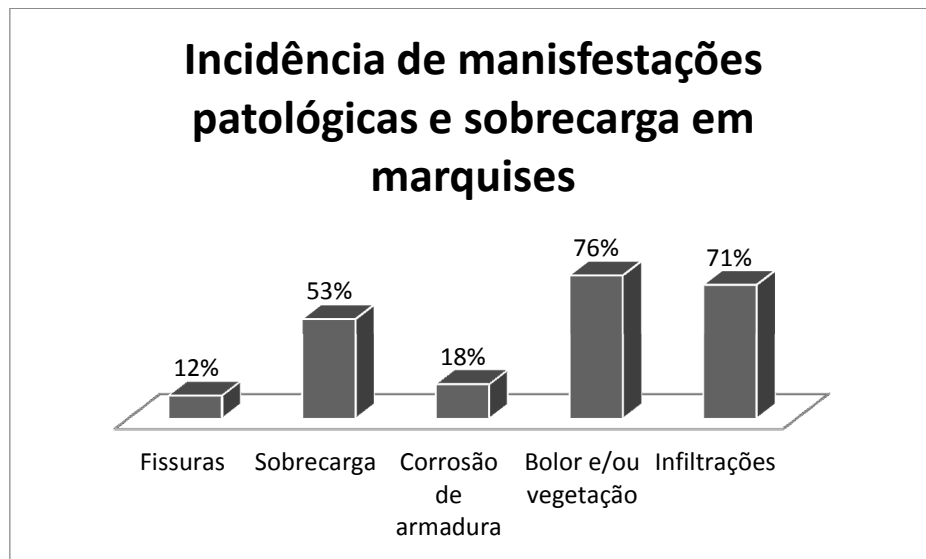
Outro aspecto básico observado e de elevada estima, é o nível de conhecimento que a população leiga detém a respeito desse assunto, refletindo diretamente nos resultados encontrados.

5 RESULTADOS GERAIS

5.1 Panorama geral de resultados obtidos

Segue um panorama geral da proporção de cada tipo de manifestação patológica encontrada nas 17 marquises estudadas.

Figura 44



Nos dois gráficos representados pelas figuras 46 e 47, tem-se um paralelo, comparando a porcentagem das marquises que, em algum momento, já passaram por algum tipo de manutenção, com outro que revela a recorrência de manutenção periódicas nos elementos, conceitos bastante diferentes, e que fazem total diferença a longo prazo.

Figura 45

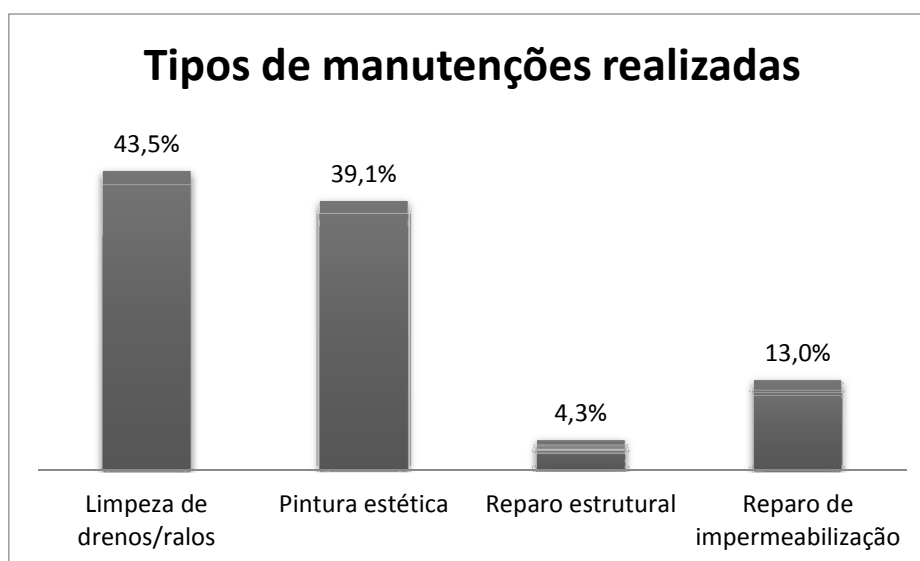


Figura 46



Por último, após catalogar os tipos e suas respectivas quantidades, foi feita a proporção de cada tipo de manutenção realizada nessas marquises, como mostra a figura 48.

Figura 47



(Fonte: Autor)

5.2 Idade média das edificações

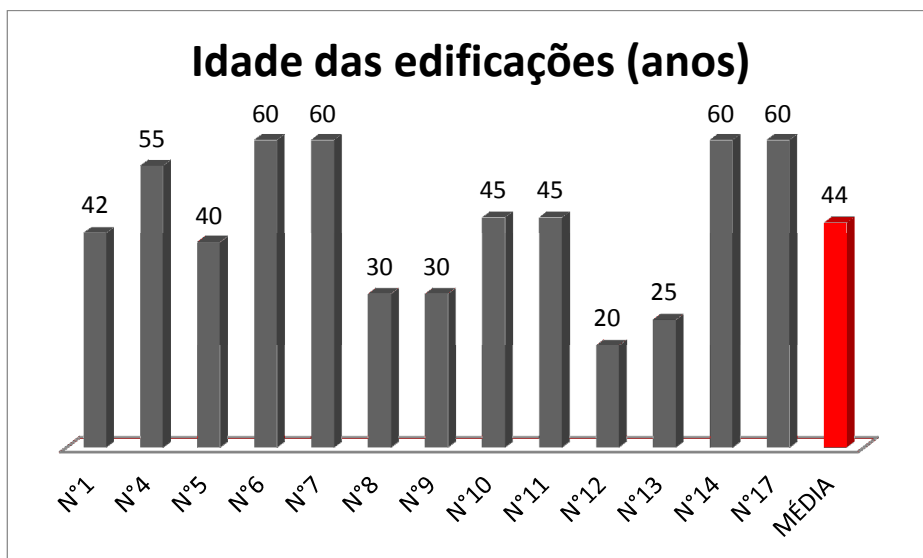
É interessante fazer uma comparação, mesmo que superficial, no que se refere à idade média das estruturas analisadas no Centro de Florianópolis com as que integram o histórico de marquises que vieram a ruir no Brasil, em sua grande maioria, ocorrendo em centros urbanos de cidades mais desenvolvidas e antigas.

Cidades essas, dentre as mais citadas, como Rio de Janeiro, Salvador, São Paulo, entre outras. Obviamente, ao analisar essas metrópoles se tem um fator probabilidade mais considerável, visto que o espaço amostral das mesmas são muito maiores, influenciando consideravelmente nesse número de sinistros.

Quando se refere à idade de qualquer tipo de estrutura, o conceito de vida útil logo vem à tona. Podemos considerar uma similaridade na vida útil dessas marquises nos dois universos analisados, já que a grosso modo, possuem os mesmos constituintes, arranjos estruturais semelhantes e estão sujeitas a intempéries não tão distintas. A idade média dessas edificações que vieram a ruir no Brasil, segundo o histórico de Medeiros e Grochoski, gira em torno de 45 anos, praticamente se igualando a média de 44 anos das marquises estudadas na região central de Florianópolis, como demonstra a figura 49. O que acaba criando uma incerteza quanto a esse tipo de problema na cidade, já que o mesmo ainda não se configura como crônico, mas ao se considerar que apenas 29% dessas marquises

possuem manutenção periódica, a possibilidade de estar caminhando para o contrário, é quase certa.

Figura 48 - Levantamento das idades das marquises estudadas



(Fonte: Autor)

5.3 Resultado dos questionários e identificação visual

Segue os resultados das pesquisas de campo, o questionário respondido, anexado com a identificação visual frontal de cada elemento, que será analisado mais detalhadamente a seguir de acordo com a manifestação patológica abordada.

Marquise 1

Questionário N° 1	
Função do entrevistado:	Inquilino
Endereço:	Av. Hercílio Luz, N°652
Edifício:	CSH Hotelaria
Idade do imóvel:	42 anos
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	Esporadicamente
Tipo:	Pintura estética e limpeza de calhas e ralos
Estado de conservação geral:	Boa
Manifestações patológicas:	Nenhum
Observações:	Apenas letreiro de peso desprezível pendurado na estrutura



Marquise 2

Questionário N° 2	
Função do entrevistado:	Proprietário
Endereço:	Rua João Pinto N° 111
Edifício:	Ed. São Francisco
Idade do imóvel:	Desconhece
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	Esporadicamente
Tipo:	Pintura estética na parte inferior da laje
Estado de conservação geral:	Boa
Manifestações patológicas:	Leves sinais de bolor
Observações:	Dois letreiros de ferro pendurados próximos à ponta de balanço.



Marquise 3

Questionário N° 3	
Função do entrevistado:	Proprietária
Endereço:	Rua João Pinto N° 91
Edifício:	Loja Zaira Modas
Idade do imóvel:	Desconhece
Posse de projeto estrutural:	Existe, mas não possui em mãos
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	1 vez ao ano
Tipo:	Limpeza de drenos e impermeabilização com manta (terceirizada)
Estado de conservação geral:	Regular
Manifestações patológicas:	Desagregação de concreto em bordo próximo ao engaste expondo armaduras, sinais de bolor e marcas de infiltração na parte inferior da laje.
Observações:	Drenos entupidos com cigarros e demais detritos. Alta densificação de fios sobre a mesma.



Marquise 4

Questionário N° 4	
Função do entrevistado:	Porteiro
Endereço:	Travessa Osmar Regueira N° 25
Edifício:	Osmar Regueira
Idade do imóvel:	55 anos
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	Não
Frequência:	-
Tipo:	-
Estado de conservação geral:	Regular
Manifestações patológicas:	Vegetação nascendo perto do engaste da marquise, fissura, sinais de bolor, infiltração com descascamento de pintura e concreto desagregado em viga, expondo armadura oxidada.
Observações:	-



(Fonte: Autor)

Marquise 5

Questionário N° 5	
Função do entrevistado:	Zeladora
Endereço:	Rua Anita Garibaldi n° 79
Edifício:	Centro Executivo Miguel Daux
Idade do imóvel:	40 anos
Posse de projeto estrutural:	Em mão de terceiros
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	2 vezes ao ano
Tipo:	Limpeza de drenos e pintura estética
Estado de conservação geral:	Regular
Manifestações patológicas:	Presença de algumas fissuras, sinais de infiltração, bolor e furos na laje decorrente da fixação de letreiros e iluminação.
Observações:	Existência de 2 condensadores de Split apoiados sobre a marquise.



Marquise 6

Questionário N° 6	
Função do entrevistado:	Funcionário
Endereço:	Rua Pd. Miguelino n° 96
Edifício:	Igreja Livre em Jesus
Idade do imóvel:	60 anos
Posse de projeto estrutural:	Em mão de terceiros
Existência de manutenção:	Sim
Frequência:	Raramente
Tipo:	Limpeza de ralos e drenos e pintura estética
Estado de conservação geral:	Regular
Manifestações patológicas:	Marcas de bolor e infiltração
Observações:	Condensador de Split sobre marquise. Borda de marquise fresada para a passagem de poste de iluminação e com furo mal vedado para passagem de tubulação de ar condicionado



(Fonte: Autor)

Marquise 7

Questionário N° 7	
Função do entrevistado:	Funcionário
Endereço:	Rua João Pinto n° 60
Edifício:	Sede do IBGE
Idade do imóvel:	Aproximadamente 60 anos
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	1 vez a cada 5 anos
Tipo:	Pintura estética
Estado de conservação geral:	Péssimo
Manifestações patológicas:	Armaduras secundárias expostas e oxidadas, deslocando o concreto. Sinais de Infiltração e bolor.
Observações:	Três condensadores de Split apoiados sobre marquise.



Marquise 8

Questionário N° 8	
Função do entrevistado:	Inquilino
Endereço:	Av. Hercílio Luz n° 705
Edifício:	Desterro Móveis
Idade do imóvel:	30 Anos
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	Esporadicamente
Tipo:	Pintura impermeabilizante e limpeza de dreno e ralos quando se julga necessário
Estado de conservação geral:	Bom
Manifestações patológicas:	Sinais de infiltração e bolor
Observações:	Condensador de Split e letreiro sobrecarregando a estrutura.



Marquise 9

Questionário N° 9	
Função do entrevistado:	Inquilino
Endereço:	Rua Anita Garibaldi n° 159
Edifício:	-
Idade do imóvel:	30 Anos
Posse de projeto estrutural:	SIM
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	Frequência satisfatória
Tipo:	Limpeza de drenos e pintura estética
Estado de conservação geral:	Bom
Manifestações patológicas:	Leves sinais de infiltração
Observações:	Dois condensadores de Split e dois letreiros publicitários sobrecarregando a estrutura. Ponta do balanço quebrada propositalmente para a passagem de um poste de energia. Marquise bem limpa.



Marquise 10

Questionário N° 10	
Função do entrevistado:	Porteiro
Endereço:	Rua Anita Garibaldi n° 149
Edifício:	Edifício Daniela
Idade do imóvel:	45 anos
Posse de projeto estrutural:	Com terceiros
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	1 vez a cada 4 anos
Tipo:	Limpeza de drenos e pintura estética
Estado de conservação geral:	Bom
Manifestações patológicas:	-
Observações:	Marquise em estado excelente, sem nenhum sinal de deterioração. Letreiro publicitário pendurado em marquise



Marquise 11

Questionário N° 11	
Função do entrevistado:	Locatária
Endereço:	Rua Tiradentes n° 84
Edifício:	Loja
Idade do imóvel:	Mais de 45 anos
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	NÃO
Frequência:	-
Tipo:	-
Estado de conservação geral:	Péssimo
Manifestações patológicas:	Bolor, vegetação crescendo perto de engaste, sinais de infiltração.
Observações:	Aparência frágil, com 2 condensadores apoiados na ponta do balanço e um letreiro publicitário.



Marquise 12

Questionário N° 12	
Função do entrevistado:	Locatária
Endereço:	Rua Tiradentes n° 149
Edifício:	Loja
Idade do imóvel:	20 anos
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	Apenas uma vez
Tipo:	Pintura estética
Estado de conservação geral:	Bom
Manifestações patológicas:	Infiltração por toda marquise descascando a pintura, bolor e vegetação próxima ao engaste.
Observações:	-



Marquise 13

Questionário N° 13	
Função do entrevistado:	Funcionário
Endereço:	Rua Álvaro de Carvalho n° 105 e 101
Edifício:	Washtec Tingimentos
Idade do imóvel:	25 anos
Posse de projeto estrutural:	SIM
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	Mensalmente (Limpeza)
Tipo:	Limpeza de drenos e impermeabilização com manta (1 vez)
Estado de conservação geral:	Bom
Manifestações patológicas:	Sinais de bolor por toda marquise
Observações:	2 letreiros e 2 condensadores de Split apoiados na marquise. Manta impermeabilizante conservada



Marquise 14

Questionário N° 14	
Função do entrevistado:	Lojista
Endereço:	Rua Jerônimo Coelho n° 180
Edifício:	-
Idade do imóvel:	Estimado em 60 anos
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	1 vez
Tipo:	Limpeza de drenos e pintura estética
Estado de conservação geral:	Regular
Manifestações patológicas:	Muitos sinais de bolor, presença vegetação, escarificações do concreto exibindo armadura corroída e sinais de infiltração na pintura
Observações:	Letreiro pendurado em ponta de balanço, alta densidade de fiação e borda de marquise com concreto escarificado dando espaço para passagem de encanamentos.



(Fonte: Autor)

Marquise 15

Questionário N° 15	
Função do entrevistado:	Lojista
Endereço:	Rua Felipe Schmidt N° 224
Edifício:	Ed. Henrique Berenhauser
Idade do imóvel:	Desconhece
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	1 vez
Tipo:	Reparo estrutural com reboco
Estado de conservação geral:	Bom
Manifestações patológicas:	Sinais de bolor e vegetação
Observações:	Três letreiros pendurados lado a lado, perto do bordo da marquise. Alta densificação de fios sobre a mesma.



(Fonte: Autor)

Marquise 16

Questionário N° 16	
Função do entrevistado:	Lojista
Endereço:	Rua Felipe Schmidt N° 324
Edifício:	Ed. Cruzeiro
Idade do imóvel:	Desconhece
Posse de projeto estrutural:	Desconhece
Existência de manutenção:	SIM
Frequência:	Periodicamente
Tipo:	Limpeza de detritos e sistema de drenagem
Estado de conservação geral:	Bom
Manifestações patológicas:	Vários sinais de bolor e vegetação crescendo próximo ao engaste. Marcas de infiltração por baixo de marquise e pintura estufada com leve desagregação do reboco.
Observações:	Letreiro publicitário e condensador de Split sobrecarregando a marquise.



(Fonte: Autor)

Marquise 17

Questionário N° 17	
Função do entrevistado:	Lojista
Endereço:	Rua Felipe Schmidt N° 192
Edifício:	Ed. Amélia Neto
Idade do imóvel:	Em torno de 60 anos
Posse de projeto estrutural:	Em mãos de terceiros
Existência de manutenção:	NÃO
Frequência:	-
Tipo:	-
Estado de conservação geral:	Bom
Manifestações patológicas:	Leves sinais de infiltração descascando a tinta.
Observações:	Utilização da marquise como depósito de telhas, letreiro publicitário fixado na laje e buraco no meio da estrutura mal vedada para passagem de eletroduto.



(Fonte: Autor)

6 RESULTADOS ESPECÍFICOS

6.1 Imprudência quanto à sobrecarga

É interessante analisar o banco de dados obtido com as visitas a campo, em um universo populacional um pouco mais específico, onde maioria dos usuários, e a população em geral de algum modo tenham uma rotina que as mantenha próximas a esse tipo de edificações. Percebe-se muito claramente, com as respostas obtidas até pela surpresa causada ao se falar sobre o assunto, que não há uma noção de causa e consequência em relação ao mau uso de uma estrutura como essa, mesmo com o amplo histórico de problemas que elas apresentam. Prova disso, o dado obtido com as visitas, indicando que aproximadamente 65% das marquises estudadas possuem algum elemento que causa sobrecarga, incluindo letreiros publicitários de dimensões pequenas, com esse último tendo efeito desprezável no que tange a sobrecarga.

Figura 49 - Depósito de telhas sobrecarregando estrutura de marquise em amostra n° 17



Figura 50 - Condensadores de ar condicionado e letreiro publicitário vinculados à marquise em amostra n° 11



Figura 51 - Condensadores de ar condicionado apoiados em marquise em amostra n° 13



Figura 52 - Condensadores de ar condicionado apoiados em marquise em amostra n° 07



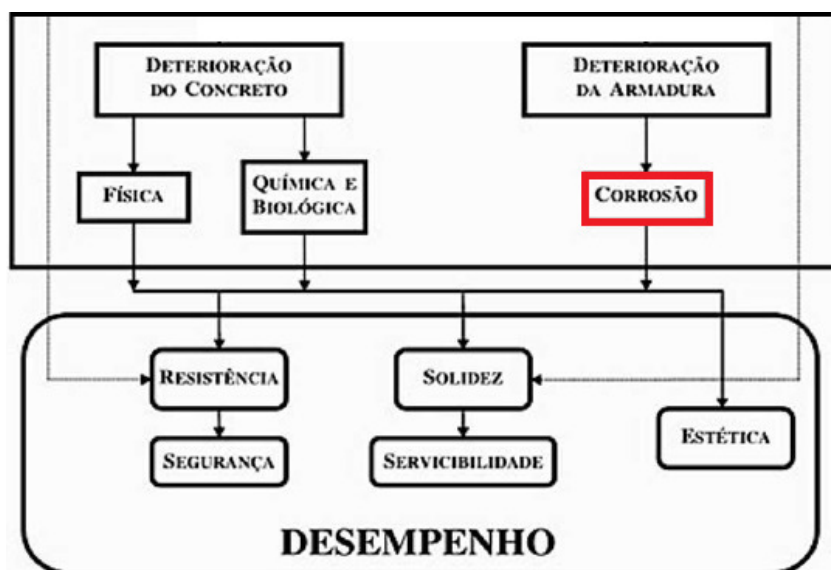
(Fonte: Autor)

Entretanto, como se observa nas figuras acima, a ocorrência de sobrecarga devido a condensadores de ar condicionado juntamente com um caso isolado e preocupante de depósito de telhas sobre uma dessas estruturas se consolidaram como a causa recorrente de sobrecarga nesses elementos, totalizando 53% das marquises estudadas. Mais precisamente, marquises de N° 05, 06, 07, 08, 09, 11, 13, 16 pela presença desses equipamentos condensadores e na marquise N°17 um depósito de telhas.

6.2 Corrosão de armaduras

Esse tipo de manifestação é talvez a mais preocupante, tanto do ponto de vista da segurança pública, quanto no aspecto financeiro no que diz respeito à reparação preventiva e corretiva, essa última em casos críticos.

Figura 53 - Fluxograma indicando a corrosão de armaduras como fator sinérgico ao desempenho



(Fonte: Adaptado de Souza e Ripper, 1998)

Na figura acima, Souza e Ripper (1998) deixa claro, que essa deterioração proveniente da corrosão de armadura, é um dos pilares para o decréscimo do desempenho da estrutura, que aborda conceitos fundamentais como segurança e servicibilidade.

Obteve-se três ocorrências de marquises que apresentavam esse tipo de manifestação patológica em suas estruturas, totalizando 18% da amostragem, nas

amostras N° 04, 07 e 14. É interessante observar, que o fato se sucedeu todas as vezes próximos ao engastamento da estrutura, onde se tem um maior momento fletor, e conseqüentemente, maior solicitação do aço. Configurando na amostra N° 07 um caso mais crítico, em que o aço corroído se encontra na parte superior da marquise, local em que seu desempenho de resistência à tração é fundamental.

O espaço amostral segundo a NBR-6118 (2014) situa-se em zona urbana, o que lhe confere uma classe de agressividade II, sem possibilidade de abrandamento para a classe I, já que Florianópolis apresenta uma umidade relativa média em torno de 80%. Obtemos então, um cobrimento nominal de 25 milímetros. Aparentemente, o cobrimento observado nesses três casos estão dentro do previsto.

Figura 54 - Bordo de marquise apresentando deslocamento de concreto e armadura corroída em amostra n° 07



Figura 55 - Armadura oxidada exposta em viga de marquise da amostra n° 04



Figura 56 - Detalhe de armadura oxidada da Figura 53



Figura 57 - Armadura oxidada exposta em parte inferior dei marquise da amostra n° 14



Figura 58 - Detalhe de armadura oxidada da Figura 55



6.3 Proliferação de bolor e vegetação

Uma ressalva importante, no que se refere à proliferação de agentes biológicos em estruturas de concreto armado são as condições que influenciam no processo, já que o mesmo é considerado bioreceptivo por apresentar condições de rugosidade, porosidade, umidade e composição química.

Esses fatores, aliados a condições externas, como temperatura, luminosidade e umidade, culminarão decisivamente na instauração ou não de um quadro patológico dessa natureza.

Por se ter em Florianópolis, uma umidade relativa média bastante alta, chegando a 80%, não é surpresa que se tenha uma alta incidência desses agentes biológicos em estruturas de concreto expostas ao ar livre. Em casos de marquises, particularmente, essa proliferação se mostrou ainda maior, atingindo 76% das amostras estudadas. Além do fator já citado, sua estrutura favorece o acúmulo de água, culminando em uma umidade do substrato ainda maior.

Figura 57 – Crescimento de vegetação próximo a engaste de marquise de amostra n° 14



Figura 58 – Crescimento de vegetação e limo em amostra n° 16



Figura 59 – Crescimento de vegetação em engaste de marquise de amostra n° 16



6.4 Infiltrações

No que se refere a infiltrações, há certa dificuldade de encontrar a origem do problema e também de corrigi-la. Em marquises, mais especificamente, o ideal seria fazer uma inspeção detalhada sobre sua estrutura, analisando principalmente, as condições do seu sistema impermeabilizante.

A incidência de infiltrações nas marquises estudadas foi alta, totalizando aproximadamente 71%. Na maioria dos casos ela se deu em uma área ampla, de forma homogênea, causando, desde manchas na pintura, até o descascamento da

mesma. Houve, porém, casos em que se tinha algum tipo de escoriação no concreto, como fissuras ou danos provenientes de mau uso, e notava-se a instalação de um quadro de infiltração nos seus arredores. Como exemplo, na amostra n° 5, em que se tem uma fissura considerável perpendicular ao eixo longitudinal da marquise, oferecendo um maior facilidade, ou um ponto fraco do sistema, com relação a infiltração da água. Deixando claro, como se pode observar, que o quadro patológico se instalou bem ao redor da fissura.

Outro caso particular e bem interessante ocorreu na amostra n° 16, em que se observou uma marca na parte inferior da marquise, muito provavelmente em decorrência da instalação de letreiro publicitário, prática muito comum dos comerciantes do centro de Florianópolis. Instalação essa, por meio de fixadores que perfuravam o concreto, deixando furos após sua remoção, e oferecendo um caminho mais rápido para a infiltração dessa água até a face inferior da marquise.

Figura 59 - Descascamento de pintura evidenciando presença de infiltração em amostra n° 04



Figura 60 - Descascamento de pintura evidenciando presença de infiltração no entorno de fissura em amostra n° 05



Figura 61 - Descascamento de pintura evidenciando presença de infiltração em amostra n° 12



Figura 62 - Marcas de infiltração ao redor de fixador de letreiro em amostra n° 16



6.5 Fissuração

São bem características de estruturas de concreto esse tipo de manifestação patológica, posto que esse material já tem uma certa tendência natural ao fissuramento, em situações que as tensões trativas superem sua resistência última a tração. Um fato particular desse tipo de manifestação patológica, juntamente com as de deformações excessivas, é o de causar maior impacto em pessoas leigas, proprietários e usuários, e proporcionar uma sensação de que algo não está ocorrendo bem. (Souza e Ripper, 1998).

Merece ênfase o caso de microfissuras por flexão ou retração do cimento na face superior da marquise, sendo bem provável a sua existência na amostragem de marquises estudadas. Entretanto, não foi possível a sua constatação, uma vez que

necessitaria de uma inspeção mais detalhada e próxima, sendo inviável mediante à dificuldade de acesso à essa região. Fissuras essas, com efeito, bastante deletério à durabilidade da estrutura, posto que aceleram o processo de corrosão, facilitando a penetração de agentes agressivos e umidade.

Foram detectados dois casos de fissuração, na amostra n° 04 e 05, totalizando aproximadamente 12% das marquises catalogadas. É importante prever, embasado nos resultados obtidos quanto ao percentual de cada tipo de manutenção, que a recorrência considerável de pintura estética embaixo dessas marquises (39,1%), eventualmente pode ter ocultado alguns outros casos de fissuração.

Figura 63 - Grande fissura perpendicular ao eixo longitudinal de marquise da amostra n° 05



Figura 64 - Fissura indo da borda de marquise até viga de apoio em amostra n° 04



7 CONCLUSÃO

Confirmou-se com o estudo, que no Brasil a prática de se realizar manutenções periódicas, ou a preocupação de que as edificações estejam em um estado de conservação adequadopraticamente inexiste, principalmente entre os proprietários e usuários. Como indício, pode-se citar o alto índice de ocorrência de infiltrações, totalizando 71% das amostras estudadas. Em sua grande parte, originadas por falhas em sistemas impermeabilizantes e de drenagem, que com rotineiras limpezas e manutenções, teriam uma longevidade muito maior.

Talvez por serem leigos e pela característica de descaso quanto às ações preventivas, principalmente quando tudo aparentemente funciona sem problemas, estar arraigada na cultura do brasileiro.

Reforçando mais ainda, a ideia da fundamental importância de termos uma legislação vigente quanto à obrigatoriedade do cumprimento de manutenções rotineiras em marquises de concreto armado, respaldada ainda pelo fato deste problema já se configurar como crônico em algumas cidades do Brasil, evitando que a população continue negligente e alheia a esse tipo de assunto.

REFERÊNCIAS

BASTOS, P. S. S. Marquises, Fundamentos de Concreto armado. Notas de aula, Bauru. UNESP, 2006.

CEPD – Centro de Estudos e Pesquisa de Desastres. Inspeção em marquises de prédios residenciais e comerciais. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6118/2014: Requisitos Gerais, Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15575/2013: Requisitos Gerais, 2013.

Alves, Teresa Pinheiro; Gomà, Ferrán; Jalali, Said. Um cimento mais sustentável frente a um ataque severo por sulfatos. Congresso Construção, 3.º Congresso Nacional. Portugal, 2007.

Costa, R. M. Análise de propriedades mecânicas do concreto deteriorado pela ação de sulfato mediante utilização do UPV. Tese (Doutorado), UFMG. Belo Horizonte, 2004.

Do Carmo, M. A. Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí. Dissertação (Mestrado), UFU. Uberlândia, 2009.

MEDEIROS, GROCHOSKI, HELENE, M. H. F., M., P. Marquises: por que algumas caem. Disponível em: Revista Concreto.

ALMEIDA, K.S. Análise do estado de conservação de marquises. Estudo de caso em edificações do Centro de Recife. Dissertação (Mestrado), UPE. Recife, 2009.

GONÇALVES, M.O. Marquises de Concreto Armado da cidade de Viçosa-MG: Manifestações Patológicas, inspeção e avaliação de Grau de Deterioração. Dissertação (Mestrado), UFV. Viçosa, 2011.

DOS SANTOS, M.R.G. Deterioração das Estruturas de Concreto Armado – Estudo de Caso. Monografia (Curso de especialização em Engenharia Civil), UFMG. Belo Horizonte, 2012.

GLONGO, S.J. Concreto Armado: Introdução e propriedade dos materiais. Escola de engenharia de São Carlos, USP. São Carlos, 2007.

LAPA, J.S. Patologia, recuperação e reparo das Estruturas de Concreto. Monografia apresentada como requisito para obtenção de título de Especialização em Construção Civil da UFMG. Belo Horizonte, 2008.

MONTEIRO, E.C.B; OLIVEIRA, M.Q; ALMEIDA K.S; CARVALHO, J.R; CHAVES, T.O; ROCHA, E.A; MELO, A.C.A. Estudo de degradação nas Marquises de

edificações do Centro Histórico do Recife. VI Congresso internacional sobre patologia e recuperação de estruturas, CINPAR 2010.

RODRIGUES, G.S.S. Contribuição ao estudo da retração e da fluência e seus mecanismos de atuação a baixas idades em concretos estruturais. Tese (doutorado), UNB. Brasília, 2010.

HELENE, P.R.L. Vida útil de estruturas de concreto armado sob o ponto de vista da corrosão de armadura, Departamento de Engenharia de Construção Civil – EPUSP, 1993.

MEDEIROS, M;H;F; ANDRADE, J.J.O; HELENE, P. Durabilidade e Vida útil das estruturas de concreto. Capítulo 22, IBRACON, 2011.

POSSAN, E.; Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano. Tese (Doutorado), UFRS. Porto Alegre, 2010.

Umidade Relativa do Ar Média Compensada (%) Instituto Nacional de Meteorologia.

Temperatura Máxima (°C) Instituto Nacional de Meteorologia (1961-1990).

Temperatura Mínima (°C) Instituto Nacional de Meteorologia (1961-1990).

MAKOWIECKY, S; Carneiro Filho, A.A. Florianópolis: Conjuntos históricos urbanos tombados, UDESC. CEART.

LORENZETTI, E. C. Marquise de concreto armado, da execução à ruína Vale Europeu / Santa Catarina. ESPECIALIZE – Revista Online, 2013.

ROQUE, J. A; MORENO JUNIOR, A. L. Considerações sobre vida útil do concreto. São Carlos, 2005.

Cascudo, O. O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas. 2° ed. 1997.

JORDY, J.C. – Desempenho e avaliação dos serviços de impermeabilização aplicados em edificações. Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense - UFF. “Dissertação de Mestrado”. Niterói. 2002. 488 p.

POURBAIX, M. Lições de corrosão eletroquímica. 3ª ed. Trad.M.E.M.Almeida e C.M. Oliveira. Bruxelas: CEBELCOR, 1987.

GENTIL, V. Corrosão. 4ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

MONTEIRO, E. C. B. Avaliação do método de extração eletroquímica de cloretos para reabilitação de estruturas de concreto com problemas de corrosão de armaduras. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=marquise>> Acesso em 9 de setembro de 2014.

Blog identidades do patrimônio. Disponível em: <<http://identidadesdopatrimonio.blogspot.com.br/2012/08/cine-teatro-central.html>> Acesso em 12 de setembro de 2014.

Jornal “A TARDE”, Bahia, Salvador. Disponível em: <<http://atarde.uol.com.br/materias/imprimir/1268281>> Acesso em 12 de setembro de 2014.

CREA-BA, Assessoria de Comunicação. Disponível em: <http://www.creaba.org.br/Imagens/FCKimagens/122011/03_12_11%20%20Tribuna%20da%20Bahia%20-%20Marquises.pdf> Acesso em 11 de setembro de 2014.

FIGUEIREDO; MEIRA. Corrosão das armaduras de estruturas de concreto. *Boletín Técnico 06*, Alconpat. México, 2013.

